

آپنی جی الفضاء



تحدی الفضلاء

تألیف
مارتن کایدین

ترجمہ
الدکتور عزیز فریضہ

مکتبہ انجمن

۱ شارع کامل صدقہ الفجالة

تلفون ۹۰۲۱۰۷

Copyright (C) 1965 by Martin Caidin

THE GREATEST CHALLENGE

**Published by E. P. Dutton & Co., Inc.
New York**

المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع	عن المؤلف
٥	.	مقدمة
٧	.	الفصل الأول لماذا ؟
١٩	.	الفصل الثاني موجة تنحطم
٤٧	.	الفصل الثالث جلد
٧٧	.	الفصل الرابع التزاماتنا نحو المستقبل
٩٩	.	الفصل الخامس الإنسان هو المشكلة
١١٣	.	الفصل السادس مسألة جاذبية
١٣٢	.	الفصل السابع الحد الزمني
١٥١	.	الفصل الثامن آلات التعذيب
١٨٢	.	الفصل التاسع الرؤية طريق الإيمان
٢٠٧	.	الفصل العاشر المشاكل المنزلية
٢٢٠	.	الفصل الحادي عشر الراغبون في القضاء
٢٥٥	.	الفصل الثاني عشر نظرة المرأة إلى القضاء
٢٧٤	.	الفصل الثالث عشر نحو القضاء الخارجى
٢٨١	.	الفصل الرابع عشر أرماد الكوكب السائل
٣٠١	.	الفصل الخامس عشر التعدى الأعظم
٢١٤	.	

تابع المحتويات

الوضوع	رقم الصحيفة
ملحق رقم ١: تقييم المتقدمين للطيران القضائي من حيث حالتهم النفسية	٣٣٠
ملحق رقم ٢: نبذة من الحياة الخارجية - طرق عملية للبحث عن الحياة	٣٤٧
خارج الأرض	.

عن المؤلف

كتب مؤلف هذا الكتاب ، مارتن كايدن ، مايزيد عن خمسين كتاباً عن الطيران ، وعلم الفضاء الجوي، والصواريخ، والقذائف، والعلوم النووية . وبعد مارتن كايدن أحد الثقاة المبرزين في هذه المواضيع .

وقد قاد طائرته الخاصة فوق مختلف أنحاء الولايات المتحدة . كما قاد أنواعاً مختلفة من الطائرات المدنية والحربية . وهو المدني الوحيد الذي قاد الطائرات المشهورة المعروفة باسم « تندر بيرد » ، طار بها في عام ١٩٦٠ مدة ستة أسابيع كمضو في فريق ملاحيتها ، وقد أعد كتابه عن طائرات «تندر بيرد» الذي حصل من أجله على جائزة جيمس ستريبيج التذكارية التي تمنحها جمعية الكتاب عن الطيران والفضاء . وقد كانت هذه هي المرة الثانية التي يحصل فيها على تلك جائزة المرموقة .

ومن كتبه الأخرى التي كتبها تدوى الثقافة المتوسعة كتاب عن المرفقات الجارية ، وكتاب عن رحلة أبوللو عن القمر، وكتاب ثالث عن الطيار الاختباري ، كما كتب عن العوام في الفضاء ، والتلاق في الفضاء ، وطيران الإنسان إلى الفضاء ، ورواد الفضاء .

ويعيش المستر كايدن في كوكوبيتش ، بولاية فلوريدا ، إلا أنه يقوم برحلات كثيرة فوق أنحاء البلاد بطائرته الخاصة التي تعتبر الطائرة الوحيدة في الولايات المتحدة من طراز مسر شبيد .

مقدمة

يتصف الغلاف الجوي الذي يطوق كوكب المريخ بالرقّة إلى حد يبدو الكوكب فيه جسماً مجرداً . فإذا قورن بالمحيط الجوي الكثيف الذي يحيط بأرضنا، فإن المريخ يبدو وقد جرد ، مع مرور الزمن ، من قدر كبير من غازاته نتيجة لضعف جاذبيته ، مما أدى إلى الحكم على ذلك العالم القاحل العارى بالجذب والحرمان من الأكسجين في معظم - إن لم يكن في جميع - بقاع سطحه الذي تسطع الشمس عليه من بعيد بوهجها القاتل دون رحمة أو شفقة .

والمريخ خال من الجبال . فإن أعلى التلال التي تبرز من سطح هذا الكوكب الصحراوي ، على حد ما وصلنا إليه من معلومات ، لا تزيد على حد ارتفاعها على عدة آلاف من الأقدام . فإذا استطعنا أن نقرأ ما تقدمه لنا الأجهزة الفلكية وغير الفلكية ، التي تخترق ببصرها الفضاء البعيد ، لتبين لنا أن الاضطراب المل ، لا التغيير المثير ، هو الغالب على سطح المريخ : عالم كثيب عريان تكسوه الرمال الصفراء ، أو الجراء الداكنة ، والمزوجة بالغبار الدقيق الذي يرتفع ببطء مع الرياح الخفيفة . أو يترق خلال الجو المجرد بقوة خارقة عندما تعصف الأعاصير .

وهناك ما يدعو إلى الاعتقاد في أن المريخ عالم تهب فيه الأنواء المروعة . فإن هذا الغلاف الجوي الرقيق يمكن أن يصبح قوة غاشمة إذا تحرك بسرعة عالية . ويمتقد علماءنا الفلكيون أن العواصف الرملية المدمرة من الأحداث المألوفة على سطح المريخ ، إذا تحركت جأرت كجدران عملاقة من الغبار تنتقل عبر صحراء شاسعة على سطح هذا الكوكب ، حيث تهب رياح على التواءات الصخرية بقوة تكفي لسحق سطوحها وتحويلها إلى حديدات مستديرة ملساء .

كما تتجمع الرمال الكثيفة لتتكون منها آكام هلالية في أشكالها ، أو تنجح على السطح في رسوم موجية . أما في طبقات الجو العليا ، التي تبعد عن هذا السطح مسافات تتراوح بين ستة وتسعة عشر من الأميال ، فنجد سحباً صغيرة ذات لون غريب بين الأبيض والأزرق تغلب في تركيبها ذرات الثلج المتجمدة ، وهي سحب تشبه التشكيلات الزغبية التي نراها في عالمنا ، والتي تسبح في طبقات جونا العليا . وتمتد تحت هذه السحب طبقة من العجاج البنفسجي تتألف ، كما يعتقد علماءنا ، من ذرات ثلجية متناثرة ومتباعدة . أما بالقرب من سطح المريح ، رغبة منا في تكملة وصف الطبقات الجوية المتعددة ، فتوجد سحب الغبار والرمال التي تدور بلا توقف حول الكوكب .

فهل توجد حياة على المريح ؟ هل أمكن حل لغز « قنوات » المريح في غمرة من العجب ؟ أو هلا تعدو هذه الخطوط السكونية أن تكون نتيجة لإجهاد في البصر ممزوج بانخيل ؟ وهل من الممكن أن تنمو الطحالب الإششائية رغم ندرة الأكسجين وبخار الماء اللذين لا نعتقد في وجودهما إلا بكميات ضئيلة ؟ أو هل أخطأنا في تقدير اتنا العلمية ، كما أخطأنا عدة مرات من قبل ، وسنجد على المريح كميات من بخار الماء والأكسجين تزيد على ما كنا نتوقعه ، ومعها مجموعة من نباتات الأدغال والأشجار والأشنان والخضروات شبه الصحراوية التي تتحمل الحرارة والجفاف ؟

لأعلم لنا بشيء من هذا حتى الآن بطبيعة الحال . إلا أننا نأمل أن نقرب في المستقبل من الحقيقة ، وأن تزيد من مقدرة الأجهزة الآلية ، مثل الفويدجار والجاليفر^(١) التي ستطلق في أعقاب سفينة الفضاء مارينر ٢ التي قامت بمسح كوكب الزهرة ، ومارينر ٤ التي تتجه في الوقت الحاضر بسرعة نحو المريح .

(١) Voyager and Gulliver وهي أقمار صناعية سائرة.

فربما استطاعت كل من الفويدجار والجاليفر ومايخلفهما من أجهزة آلية أن تخبرنا بالكثير عن المريح الذي لاندري عنه شيئاً في وقتنا الحاضر .

على أنه في الإمكان بالطبع أن ترسل إلينا هذه العامل الآلية ، التي تمخر عباب بحور الفضاء الموحشة ، عن طريق الأمواج اللاسلكية الدقيقة ، معلومات مثيرة قد لا نتوقعها . إلا أن هذه المعلومات ، على أحسن الفروض ، ستكون على هيئة مسح مجمل لذلك العالم الصغير . وحتى إذا وصلت هذه الأجهزة إلى حد الكمال فلن تمدنا بأكثر من الخطوط العريضة عن الغلاف الجوي للمريح ، دون أية بيانات عن التفاصيل الدقيقة التي لا بد من الحصول عليها لتفهم جارتنا الذي يبعد عن أرضنا عدة ملايين من الأميال .

وها نحن نقوم بتصميم أجهزة تبلغ في براعتها مايفوق حد الخيال ، لنضعها فيما بعد في أقمارنا الصناعية التي نبنيها في الوقت الحاضر لتكشف أسرار المريح . فسوف يسقط بعض من سفننا الفضائية في الفراغ القريب من الكواكب ، وعندئذ تقوم الأجهزة المختلفة التي تحمل الكشافات الآلية وهي تنزاق في مجاريها الجاذبية ، تقوم بال مسح والفحص والقياس ، ثم تحول ما تحس به من إشعاع وضغوط وغير ذلك من الظواهر ، إلى إشارات إلكترونية عجيبة ، تدخل في أجهزة الإرسال الموجهة نحو الأرض . فإذا سار كل شيء على ما يرام وصلت هذه القرقعات والهمسات الإلكترونية في النهاية إلى عالمنا لتتصيدا غابات هائلة من الهوائيات التي تعتبر آذان الفضاء الضخمة . أما العملية في حد ذاتها فطويلة ومضنية ، تسجل منها المرسقي الإلكترونية على أشرطة تجري بطريقة مغناطيسية خلال آلات للتسجيل والحساب ، ثم تسلم النتائج في النهاية إلى العلماء المعنيين الذين يقضون الأسابيع والشهور في فك رموز الثروة الفضائية . فإذا اعتقدوا أن الأجهزة والآلات أدت وظائفها كما هو مرسوم لها أحاطونا علماً بالرسائل التي أرسلت إلينا من ذلك الكوكب .

وستمكننا البيانات التكنولوجية التي حصلوا عليها في صورة قياسات معينة من رسم صورة جديدة لكوكب المريخ . وسوف نستغل هذه القياسات استفلا لأفضل في تعيين تركيب الجو ومداه . كما أننا سوف نستطيع بفضل هذه البيانات القليلة أن نعين بعد ذلك أنواع الحياة التي قد توجد في ظل هذه الظروف الصارمة .

وما هذه السابرات إلا الطلائع الأولى التي تعقبها بعد قليل مركبات تقوم بأداء مهماتها بمزيد من الجرأة والمقدرة التكنولوجية . فسوف تمرق بالقرب من الغلاف الغازي للمريخ ، لتقذف أثناء مرورها بالكوكب ببعض اللقائف والمعلبات العجيبة التي تهبط سرعتها نتيجة لاشتعال مفاجيء لصواريخ الإبطاء ، لتسقط خلال رمال المريخ التي ذرتها الرياح . فإذا سارت الأمور على النحو المرسوم مع المجددات وأجهزة التوقيت والملفات الحزونية تفتحت مظلات واقية ضخمة تبطئ بها رسل العالم الأرضي برفق على سطح الكوكب .

إلا أن إرسال هذه المركبات لا يعد إلا تمهيداً للقيام بعملية آلية كاملة ، تخرج فيها الهوائيات التي تشبه السيوط من أطراف معدنية مستديرة ، وتفتح فيها أبواب صغيرة تمتد منها عيون زجاجية لاتغمض لها جفون ، لتقوم بكل هدوء ، دون خوف أو وجل ، بمسح مناظر الأرض الجديدة ، كاتنزلق ثغرات من باطن كل من تلك الآلات لتخرج منها مكابس أنبوبية تنفخ في تربة المريخ ، حيث تقوم ألسنة إلكترونية وبراعم مذاقية فيها بفحص مادة المريخ ، وتعيين مركباتها ودرجات حرارتها ونشاطها الإشعاعي وكيمياءها . أي أنها ، على سبيل الاختصار ، تقوم بإجراء كل ما تستطيع الآلات إجراؤه من فحوص . وربما كان أعجب وظائف هذه المخلوقات الآلية هو ما تقوم به من لفظ ألسنة لاصقة طويلة من أطرافها المعدنية عبر سطوحها ، تقوم أثناء انزلاقها عبر السطح ، على نحو ما يأمل العلماء على الأرض ، بالتقاط قطع من سطح

لريخ ، كالزلط وحبّات الرمل وذرات الغبار ، وعينات من الخضرة . وقد امتد أمل العلماء إلى إمكان التقاط عينات من الحياة الحشرية . فإذا ما بدأت هذه الألسنة فى الانطواء داخل الآلة قامت بعض المناشط بمسح هذه العينات من ألسنة المخلوق الأرضى الآلى لتتقلها إلى عرف خاصة .

وهنا تقوم أجهزة أخرى باقتحام أسرار هذه العينات ، فتدق موادها إلى أشكال يمكن قياسها ، ثم تترجم هذه القياسات إلى فرقعات موسيقية من الرموز الإلكترونية التى يعتزُّ بها العلماء . فإذا ما جمعت هذه المعلومات على أشرطة مغناطيسية دبت الحياة فى مجموعة أخرى من الآلات التى تقوم بمسح السماء موجهة كل اهتمامها إلى بعض معين من النجوم ، ومختلف الكواكب والشمس ، وفوق هذا كله توجهه إلى الأرض ، وذلك بأن تدور هوائيات ، فى شكل الأطباق ، على قوائمها المعدنية الرشيقة ، لتدير وجوها عمودياً ، بطريقة إلكترونية ، ناحية الأرض البعيدة حيث تقع آذان الفضاء العملاقة ويقطن العلماء القلقون .

فإذا ما كان الوضع السماوى صحيحاً ، واتجهت الهوائيات نحو آذان الفضاء على كوكبنا الأرضى ، أدى ذلك إلى تنشيط بعض مصادر القوى ، فتجرب الأشرطة لمغناطيسية بسرعة على بكراتها . وعندئذ تنتقل الموسيقى الإلكترونية بسرعة الضوء من أطباق الهوائيات العمياء لتقطع رحلتها الطويلة إلى الأرض ، مصدر تلك الأجهزة الآلية . فتمرق البيانات الثمينة بسرعة تزيد على ١٨٦.٠٠٠ ميل فى الثانية خلال ظلمة الفضاء الغنى بالإشعاع إلى أن ينتهى بها النطاق عند الآلات القابعة على الأرض لتطلع إليها لالتقاطها ، حيث يقوم العلماء مرة أخرى بإجراء الفحوص والدراسات والترجمة والاستنباط . فإذا ما سار كل شىء على الطريق المرسوم استطعنا مرة أخرى أن نزيد من معرفتنا عن المربخ .

ويتألف الهدف النهائى لهذه المخلوقات الآلية من تأدية كل هذه الأعمال ،

تتلوها وظيفتان أخريان ، أولاها التحرك على هيئة مركبات مقطورة ، أو عربات آلية تنتقل على عجلات ، أو تندرج على كور معدنية ضخمة . إلا أنه لابد من أن يتوافر عامل المرونة في أى طريقة تنتخب لهذا الغرض ، إذ أنه سيكون من المؤلم أن نضع آلة ونرسلها إلى المريخ في مهمة قد تبلغ تكاليفها خمسين مليوناً من الدولارات لتفرض في منطقة رملية تلف فيها عجلاتها أو تتعثر دون أن تجد أية معاونة ، مما دعا العلماء إلى القيام في الوقت الحاضر بإجراء بعض التجارب على شعاعات ميكانيكية وكشافات إلكترونية تلحق بالأجهزة الآلية ، تكون بمثابة عصا الإنسان الأعمى في الطريق إذا سار ، وتساعد المركبات على تحاشي المناطق التي ينجم عنها وقف حركات عرباتها على سطح المريخ .

أما ثانى هاتين الوظيفتين فهو القيام بإجراء تجارب الفحص والتصنيف والتشريح وتسجيل المعلومات بوسيلة إلكترونية على أشرطة مغناطيسية ، على أن يتم ذلك على مراحل متكررة . وذلك بأن تنتقل العربة الآلية عدة مئات من الiardات ، ثم تقف لتخرج هوائياتها ، ولسانها اللاصق ، وسابراتها المكبسية ، وباقي أجهزتها المختلفة . فما إن تبتلع عيناتها وتقوم بتشريحيها داخل أمعائها الميكانيكية ، وتلفظ فضلاتها ، حتى تعيد مجساتها العديدة ، وتوافق أبوابها ، وتبدأ رحلة جديدة على سطح المريخ اتصل إلى موقع جديد تعيد فيه كل من سبق أن أجرته في نهاية رحلتها الأولى .

ويقتضى كل هذا بطبيعة الحال إيجاد حلول لمشاكل معقدة تؤدي إلى الصداع . فهناك بعض العقبات الجسيمة التي لابد من التغلب عليها . فتحقيق الوثوقية في أى جهاز من أجهزة الآلة عمل شاق تشيب له رؤوس العلماء الشبان ولو أنه يقع في حدود الإمكانيات والمعدات الحالية . كما أن تحقيق المرونة في أى جهاز من أجهزة الآلة مشكلة من أصعب المشاكل ، مشكلة تستلزم إضافة تعقيدات تحير العقول . فما بالك إذا اضطررنا إلى الجمع بين طول العمر

والوثوقية والمرونة في جهاز واحد ، الأمر الذي نصل به إلى معايير الطرق حيث يميل كثير من العلماء إلى إحراق أوراقه ، وغلق باب عمله ، والعودة إلى منزله ، ليتأمل في نمو النجيل في حديقته الخلفية ؟

إلا أن هناك قليلاً من الشك في إمكان الوصول إلى المستوى المطلوب من المرونة والوثوقية وطول العمر لهذه المخلوقات الآلية المدللة التي ننوي إطلاقها لتمرق خلال الفراغ الذي يفصل عالمنا عن العوالم الأخرى في هذه المجموعة الشمسية . وسنقيم هذه المعايير وأكثر منها . سنبنى هذه الآلات بحيث تمتاز ، علاوة على هذه المعايير ، بقوة احتمال تستطيع معها تحمل عدد كبير من القوى الصارمة التي تواجهها أثناء الرحلة ، والتي تشمل على أنواع كثيرة من المتاعب تبدأ منذ لحظة إشعال الصاروخ الدافع . إذ لا بد من أن تصمد مخلوقاتنا الآلية أمام الذبذبات العنيفة ، والترعد الساحق الذي ينطلق من الصاروخ ، وعجلة التسارع المرتفعة ، وانعدام الوزن ، وما يتعرض له في الفضاء خلال شهور تحت وابل من الجسيمات الكونية ، أو ضوئانات الإشعاعات الشمسية . لا بد لها من أن تتحمل كل هذا ، وتخضع في نفس الوقت لقوانين الميكانيكا السماوية لتستطيع المحافظة على مواعدها المحدد من حيث الزمان والمكان مع جرم كوكبي يندفع في دورانه حول الشمس . ثم بعد ذلك لا بد من أن تستيقظ حواسها الإلكترونية والميكانيكية من سباتها . يلي ذلك تشغيل كثير من الأجهزة المثابكة حتى تتم مرحلة الانتقال من السقوط الحر خلال الفضاء إلى الهبوط برفق على جرم جديد دون أن تصاب أجزاؤها المعدنية بأية اثناءات، أو يصاب ثرجاج بأي تلف .

ويبدو أن في مقدورنا أن نفعل هذا كله :

إلا أنه من سوء الحظ أن هذا كله ، حتى مع قدرات أخرى تزيد عليه عدة مرات ، لا يكفي لإنجاز هذه الأعمال الفريدة التي نحن بصددتها .

فهناك مشكلة أخرى . إذ أن في وسع الآلة أن تنجز مجموعة « مختلفة » من الأعمال المعجبية حقاً التي ستوكل إليها ، وستنجزها ، وستزيد من آفاق معرفتنا . ستقوم بهذه الأشياء بالرغم من القيود الأساسية والمشاكل التعمينية . سيكون في وسع عدد قليل من هذه المخلوقات الآلية أن تخص نفسها من حفرة رملية ، أو أن تقيم أجسامها الميكانيكية بعد أن تنقلب على منحدر شديد ، أو أن تخرج من غور مظلم . إلا أن أية مجازفة ، مهما بلغت العناية برسم الخطوة ، عرضة ، تحت ظروف تملئها يد الحظ ، لأن تتوقف دون الوصول إلى كسب يتناسب وفداحة الجهد للبذل من مال وكد ووقت .

وسينبتك العالم ، وهو على حق ، أننا بكل بساطة سنرسل مزيداً من الآلات ، ومزيداً من المخلوقات الآلية ، يمتاز كل منها على سابقه بأفضلية الأداء . وسنستمر في إرسالها طالما وجدت المبالغ اللازمة لإتمام المحاولات . حتى هذا لا يكفي .

فهما بلغت الآلات من البراعة الإلكترونية ، والمرونة الميكانيكية ، فلا زالت تفتقر إلى نفس الصفات العديدة التي تعتبر حيوية للنجاح في هذا الكشف .

فليس في وسعها إلا أن تستجيب ، لا أن تعمل من تلقاء نفسها . فهي تعمل بلا عقل ، وتؤدي عملاً روتينياً محسوباً مرسومًا ومطبوعاً على الأشرطة التي تعمل بمثابة عقلها المفكر .

ولما كانت لا تستطيع العمل بإرادتها (لافتقارها إلى تلك الإرادة) فإنها تعجز عن تأدية عمل يعتبر أهم الأعمال كلها ، ألا وهو اتخاذ القرارات . إنها تملك عدداً كبيراً من القدرات ، ولكنها تفتقر إلى قدرة اتخاذ القرارات .

فليس في مخيلة الآلات ما هو غير متوقع . فهي لا تستطيع أن تدرك الفرق

بين الخبرة والمفاجأة ، تتمحكم القيود في عملياتها . ومهما بلغت الأعمال التي تقوم بها من غرابة ، فلا زالت هذه الأعمال وظائف تقوم بها مخلوقات محدودة العقول إلى حد كبير .

ولنسلم بهذا الموقف . فقد يؤكد لنا ذلك الموقف الخيالي ، لعملين مختلفين يجريان على سطح المريخ ، جسامة المشكلة ، كما يؤكد لنا في الوقت ذاته الانفعال العجيب الذي يسببه غير المتوقع في العقل البشري . وسنطلق عليهما المنظر الأول والمنظر الثاني .

ففي المنظر الأول تكون المركبة الآلية قد هبطت توأ على سطح المريخ ، وتكون الرحلة المحفوفة بالمخاطر ، والتي بدأت من الأرض ، قد أُنجزت بطريقة بارعة . فقد أدت كل الأجهزة الميكانيكية والإلكترونية وظائفها على أتم وجه . وعلى سطح المريخ ذاته يقوم الكشف الآلي بثنى جميع وصلاته الميكانيكية ، وتدب فيه الحياة ليبدأ عمليات الكشف . إنه مخلوق صناعي عجيب ، أعد بأدق الخصائص التي وردت في « القصص العلى » ، والتي استطاع العلم أن يهبها لوسائل تشغيله ، ليشق بها طريقه عبر سطح المريخ . وتقوم أجهزته العديدة بالكشف والاستشاق والذوق والضغط . كما تطحن وتنقل ، تتعثر وتشرح . وفي خلال ذلك كله تقوم باختران المعلومات على لأشرطة المغناطيسية للألوفة ، في انتظار اللحظة (المحددة على أشرطة ذاكرة العربية الآلية) التي لا بد له أن يقف فيها ليوجه عينه الرادارية العمياء ناحية الكوكب البعيد الذي ولد فيه . وبذلك يكون هذا المخلوق قد أتم مرحلة كاملة من مراحل عمله ، فيعيد شعاراته ، ويستأنف حركته عبر سطح المريخ . ويكرر هذه العملية عدة مرات .

ويمر، وهو يشق طريقه في رمال المريخ ، بهضبة منخفضة تنمو على رمالها نباتات دقيقة . إلا أنه قد سبق للآلة أن رأت هذه الظاهرة ، وقامت بالكشف

عن أسرارها وأودعت معلوماتها على أشرطتها المغناطيسية . فليس في هذا جديد فيما تتحسسه الآلة .

إلا أن هناك شيئاً قابلاً في الرمال بجوار تلك الهضبة المنخفضة ، يبدو على سطحه البلى بفعل التعرية . شيء لاشكل له . لا ترى فيه الآلة أكثر من شيء يفتقر شكله إلى الانتظام ، ربما كان صخرة . ويمر المخلوق الآلى على بعد لا يتعدى بضع بوصات منها . وبعد دقائق تكون الآلة قد ابتعدت عبر رمال المريخ الحمراء .

وقد أصبحنا الآن في موقف يسمح لنا بالحدث عن المنظر الثانى . وقد أعد المسرح بنفس الطريقة . إلا أن العربة الآلية التى تهبط خلال جو المريخ لرفيق هذه المرة أكبر بكثير من سابقتها . إنها تختلف في تصميمها بحيث تحوى فراغاً كبيراً داخل جوانبها . وتستقر على السطح بعد انقضاء انزلاق ، محمولة على أجنحة عريضة ، تكافح بها للحصول على قوة رافعة في الجو الرقيق . ويعود الغبار إلى الاستقرار على السطح من حديد عندما تتوقف المركبة المجنحة عن الحركة .

وتحوى الآلة في باطنها عدداً كبيراً من الأجهزة الميكانيكية والإلكترونية . إلا أن هذه المركبة لا تبرز منها أجهزة آلية ، ولا تصدر منها زجاجة تنتقل معها عبر الرمال والغبار .

فهذه المركبة تحمل رجالاً . وقد لا تمضى ساعة بعد توقف الآلة حتى ينزلق باب من الجانب المنحنى من مركبة الفضاء المجنحة ليتسلق من خلاله شخص في بدلة لامعة من بدل الفضاء ليهبط على السطح ببطء وعناية . وتسكو بدلة الفضاء جسم الرجل من شعر رأسه إلى أخمص قدمه . فإن المريخ بالرغم من أنه أكثر كثرةً للإنسان من الفراغ الفضائى ، لازال عالماً مجرداً من ضرورات حياة الإنسان إلى حد أنه يستطيع قطعاً أن يودى بحياته في لمح البصر . ففي بدلة

الضغط حياته ، حيث تخرج سحابات من البغار من فتحة في جانب القبة ،
هى عبارة عن هواء الزفير الذى ينفثه الرجل وهو يتعد عن سفينته .

ويتخذ الرجل فى مسيره نفس الطريق الذى قطعه المخلوق الآلى فى المنظر
الأول . فيرى النباتات المتناثرة ، فتنشأ فى عقله صورة متسعة ومتشابكة ،
إذ تكفيه نظرة واحدة ليدرك أن هناك خضرة على المريخ ونظرة واحدة تكفى
للحكم القريب من التأكد بوجود حياة حشرية . إلا أن هذا أيضاً من إمكانيات
المخلوق الآلى ، ولو أن الحكم يختلف فى المنظرين ، سواء من حيث الطريقة
أو السرعة أو النتيجة ، أو فى سنى الخبرة الطويلة وتشابك الحقائق التى يحوزها
الإنسان .

إلا أن هذا ليس محور اهتمامنا . فالإنسان ينتقل ليصل بسرعة إلى نفس
المكان الذى تقع فيه الهضبة المنخفضة على سطح كوكب المريخ ، حيث توجد
النباتات الدقيقة .

وهنا يرى نفس الشيء الذى يتصف بعدم الانتظام ، والذى ربما كان
صخرة مر بجوارها المخلوق الآلى . إلا أن الإنسان يقف فى هذا المكان يتأمل
طويلاً فى الأرض ، مركزاً كل اهتمامه على هذا الجسم الغريب .

ويدور عقله عجباً مما يراه . ثم ينحنى بعناية فى شبه احترام ليمسك بيديه تلك
الصخرة . يمسكها بالقرب من زجاج قبعته المقوس ، يفحصها ببطء ، ويقاها
فى يديه لدراسة كل جزء من سطحها .

فيجد أن الجسم أملس من أحد جوانبه . كان قابلاً فى هذا المكان عدداً
لا يحصى من السنين ، قد تكون عقوداً ، أو قرونًا . إلا أن هذا لا يهمنى فى
هذه اللحظة .

ولكنه يرى علامات على سطحه الأملس ، علامات ذات أشكال محددة
لم تنشأ بمحض الصدفة ، خطوطاً تتصف بالتماثل الذى لا شك فيه .

خطوطاً رسمت عن قصد .

وكانت الآلة قد مرت بالجسم القابع فوق المصنبة الرملية .
أما الإنسان فتوقف ، وتأمل ، وكان في تلك اللحظة وريثاً لما يمكن أن
يصبح أخطر سر في تاريخ الجنس البشري
فلما قام بفحص السطح الأملس الوحيد في هذا الجسم ، وفحص الخطوط
المرسومة عليه ، تحقق في التواء اللحظة أنها خطوط صناعية ، رسمت عن قصد .
رسمها شيء ما ، شخص ما .

وفي تلك اللحظة الوحيدة أدرك هذا الإنسان شيئاً — يبهرق عنه برسالة إلى
كل بني جنسه... أدرك أن في هذا الكون ، ما لانهاية له من النجوم والكواكب
التي تسبح معها في الفضاء... أدرك « أن الإنسان ليس وحيداً » .

الفصل الأول

لماذا؟

« تبعد الزهرة عنا مسافة ٢٦ مليوناً من الأميال ،
والزئبق ٢٩ مليوناً ، بينما تبلغ المسافة بين الشمس وبلوتو ،
الذى يقع على حافة المجموعة الشمسية ، ٣٦٨٠ مليوناً
من الأميال . وفي حين يبعد عنا أقرب النجوم إلينا مسافة
٢٥ مليون من الأميال ، فإنه يقتضى منا قطعها
٨٠٠٠ سنة ، إذا استطعنا السير بسرعة ١٠ أميال
فى الثانية . فهل يعد سفر الإنسان إلى النجوم حلاً
فارغاً ؟ ومع ذلك فإن كل جيل من البشر يبنى على
أكتاف الجيل السابق ، وها قد بدأ كشف الفضاء ،
فمن ذا الذى يستطيع أن يقرر حدوداً لإنجازاته المستقبلية ؟ »

من كلمات الدكتور درايدن نائب مدير النازا ، فى ٢١ إبريل ١٩٦٠ .

ليست الأرض معزولة عن الكون ، فهى لا تقع داخل أنبوبة اختبار
مجدبة ، ولكنها تقع فى بيئة تظل فيها على الدوام تحت تأثير عشرات من
القوى الشمسية والكونية وطوفانات من الإشاعات وتفاعلات بين مجالات
شاسعة من الجاذبية . على أن كثيراً من هذه القوى قريب منا ، ويؤثر فينا
تأثيراً مباشراً ، بينما تقع القوى الأخرى على بعد كبير من حدود كوكبنا
الطبيعية . ومع ذلك فإن الكرة الأرضية ، التى تنقل الجنس البشرى بأكمله
خلال الفراغ الشاسع ، تتفاعل وتتجاوب مع جميع هذه القوى المختلفة .

فإذا عجزنا عن إدراك طبيعة البيئة الإشعاعية التى تشمل بحر الفضاء ،
فسنفقد الأمل تماماً فى إدراك طبيعة هذا العالم ، أو الدور الذى يلعبه على
المستوى الكونى ، وسنعجز إلى الأبد ، ولا شك ، عن إدراك القوى التى
تؤثر تأثيراً مباشراً على حياتنا ، وعلى مستقبل حياتنا ، وحياتنا أجيالنا القادمة .
ولا بد لنا من الدراسة . وها نحن قد بدأنا ذلك الكشف العظيم . فإذا
كانت أحداث عصر الفضاء ، الذى لازال وليداً فى التاريخ ، دليلاً على طريقة

تفوقنا ، فقد حُكِم علينا بأن نسير في الطريق الذي بدأناه . وقد يكون هذا الأمر دون إدراك عددٍ غير قليل من البشر . إلا أنه لا يمكن أن نتخاذل بالرجوع من محور الفضاء ، إذ أن هذا سيكون بمثابة إنكار حب الإنسان للاستطلاع . يكون ذلك بمثابة إدارة رأسه عن القدر ، وإدارة ظهره لإدراك القوى التي تحدد مصيره ، الأمر الذي يمكن أن يكون ضماناً لانقراض الجنس البشري . فإذا قام شعب من الشعوب ، أو جنس من الأجناس ، أو كوكب من الكواكب ، بإدارة ظهره لطريق المستقبل ، للتركيز على الحاضر ، فلن يستطيع أن يرى ما هو مقبل عليه ، ولن يستطيع أن يخطط أو يعد شيئاً للمستقبل . وبهذا تنبذ هذه المجموعة ، شعباً كانت أو جنساً أو كوكباً ، تنبذ الفرصة الثمينة التي تسمح لها بتحديد مصيرها في السنوات المقبلة .

وأمامنا « الحدث الخطير » . فقد قام الإنسان بسر غور أعماق الفضاء بواسطة آلاته التي صنعها لهذا الغرض ، وجعل من القصص العلمية حقيقة واقعة من حقائق الحياة . عن طريق الكشافات الآلية التي يبحث بها إلى الكواكب البعيدة . كما استطاع الإنسان نفسه أن يقتحم البيئة التي ظلت سنين طويلة من أعدى أعداء الحياة ، إلى حدٍّ كان عددٌ كبيرٌ من العلماء يعتقد معه أن الإنسان سيظل على الدوام حبيساً على هذه الأرض التي ولد فيها . على أنه من الحق أن يقال إن الخطوات التي قطعناها في مجال غزو الفضاء بمركباتٍ محملة بالآدميين ليست إلا خدوشاً قصيرة في الفراغ الشاسع الخفيف الذي يواجهنا . إلا أن ذلك ليس من الأهمية بمكان . فكل ما يهمنا من ذلك هو أننا قد قطعنا الخطوات الأولى في هذا اللطاف .

لقد تعلمنا الحقيقة الواقعة في أن إحدى المشاكل الكبرى في إنجاز رحلة إلى القمر تتركز في إغراء مواطنينا أن لهذا العمل قيمته التي تبرر الجهود والإنفاق . وقد تغلبنا فعلاً على تلك الصعوبة .

هذه حقيقة غابت عن أذهان كثير من الناس الذين يعيشون على هذا الكوكب، والذين بلغ بهم الحساس أقصاه في الدعوة إلى ما دون ذلك في كشف العوالم القريبة والبعيدة . إلا أن « حقائق الحياة » التي استطاع فريق واحد من الناس إدراكها لم تبد مناسبة ، أو حتى ذات معنى ، للغالبية العظمى من الناس الذين تمدنا دخولهم بالوسائل المادية التي تحقق لنا تلك الأحلام . وهذا ما لا بد من إدخاله في الحساب .

ومن الحق أيضاً أن يقال إن الغالبية العظمى ممن يساهمون في أعمال الكشف الفذة ، التي نجريها على المجموعة الشمسية بأكملها ، ليسوا ممن لهم شأن بالعلوم . على أن مساهمتهم ، التي تعد أئزم المساهمات كلها ، تنحصر في إقناع الجماهير بأن ما نبذله من جهود في مجال الفضاء يستحق في نظرهم المبالغ التي تنفق عليه مُثَلَّةً في الأنصبة الضخمة من الدولارات التي يكسبونها بعرق الجبين . وقد قُدِّرَ لتنفيذ برامج الفضاء المدنية والعسكرية ، بدلالة النقد الصعب . أن الولايات المتحدة وحدها ستنفق خلال فترات السنين مبالغاً يتراوح بين سبعمين ومائة بليون من الدولارات . وهذا التعبير عن البرنامج بدلالة الدولارات هو التعبير الذي يحمل أكبر المعاني للغالبية العظمى من الناس . وقد يدركون ، وهو ما يقبل الجدل ، أن هذه الدولة ، وغيرها من الدول ، قد بدأت العمل لمواجهة أعظم تحد عرفه الجنس البشرى .

وكثيراً ما يقال إن ما نفعله في الفضاء قد يكون الطلائع الأولى من علامات النضوج في الجنس البشرى . ويعتقد البعض منا أن الصورة الجديدة التي منحناها للإنسان إمكانياته الحديثة فيما دون الأرض قد تؤدي إلى كسب قوة جديدة للإدراك تؤثر على جميع نواحي حياتنا .

قد يكون كل هذا صحيحاً . إلا أن أقلية من الناس هم الذين يدركون هذه الانعكاسات الفلسفية على الكشف الفضائية وما يتبع ذلك من استغلال

للفضاء : فإن انفعالاتهم وتوافقهم تتجه إلى أسفل نحو الأرض . فالحياة - حتى في عصر الفضاء المذهل - مازالت تنصف بالهدوء أكثر مما تنصف بالثورية . وقد أذاع البيت الأبيض ، في أوائل عام ١٩٥٨ ، كجزء من كتابه « مقدمة للفضاء الخارجي »^(١) :

« لم يكن البحث العلمى ، أو أى كشف آخر ، في يوم من الأيام ، يكلف مقدماً بتقديم حساب دقيق عن تكاليفه . ولكن إذا كنا قد تعلمنا درساً واحداً فهو أن للبحث والكشف طريقة غريبة لرد التكاليف بغض النظر عن الحقيقة القائلة بأنهما يثبتان أن الإنسان مقيظ يتصف بالشراسة في حب الاستطلاع . وهما نحن جميعاً نحس بالسعادة عندما ندرك ما بلغه العلماء والكاشفون فيما يختص بالكون الذى نعيش فيه » .

هذه كلمات تهز الشاعر . ولكن كثيراً ما تعجز الكلمات اللامعة عن إحداث أثرها المقصود في دفع الجماهير إلى تأييد مجهود تبلغ تكاليفه السنوية ما يقرب من سبع بلايين من الدولارات . فهناك موقف قطاع « البيرة والقطاير » الذى يفتقر بكل أسف إلى إدراك التزامات كشف الفضاء . هذه هى الهوة التى يصعب عبورها : العثور على مفتاح معنى الكلمات الذى يستحث الرجل العادى على تأييد برنامج الفضاء تأييداً قوياً ومستمراً . فهو يريد أن يعلم « لِمَ » يجرى كل هذا . وهو ذلك النوع من الرجال الذى لا تعنى العبارات الواردة أعلى هذا الكلام أكثر من كلمات لطيفة منسقة دون أن يكون لها معنى قوى .

وقد حاولت لجنة العلوم والملاحة الفلكية ، المنبثقة من الكونجرس السابع والثمانين ، تحديد معنى بيان البيت الأبيض المشار إليه فأعلنت أن :

« هذا البيان يحوى تأييداً أساسياً لما يعتبره المؤرخون وعلماء الأجناس وعلماء النفس حقيقة واقعة ، حقيقة وجود قوة غريزية في الإنسان ، مهما كانت

معتقداته الشكلية أو فلسفته اللاشعورية ، قوة تدفعه إلى إدراك أنه لا بد له من أن يتقدم . فالتقدم هو دليل مصيره .
هذا كلام قد يسمعه الرجل العادي ، الذي يهتم ببرودة البيرة أكثر مما يهتم بقياس ارتفاعات السحب في كوكب الزهرة ، فيتم قائلًا « وعلام كل هذا ! » .
فالعبارات التي من قبيل « قوة غريزية في الإنسان » و « فاسفة اللاشعورية » هي بكل بساطة عناصر لفة لم ينطق بها في حياته ، ويصعب عليه إدراكها ، وقد لا يدرك شيئاً منها . فهو يطلب نتيجة لدولاراته ، نتيجة يستطيع أن يراها ويسمها ويلبسها ويحس بها أو يستخدمها وينعم بها .

ولقد قام الدكتور دونالد مايكل في أواخر عام ١٩٦٢ بمعالجة المشكلة عن كذب حين قال : « ليست الحياة في نظر غالبية الشعب عالمًا جديدًا براقًا شجاعًا يتألف من مركبات الفضاء والمصنوعات المعدنية الدرامية . . . إذ تدل جميع الظواهر على أن غالبية الجنس البشري ينظرون إلى الأفق الجديد بعيون قديمة^(١) » .

ولنكن واقعيين في هذا الأمر . فإنه حسن منا أن نتفق خمسين أو سبعين أو مائة بليون من الدولارات على برامج القضاء في المقعد التالي أو نحو ذلك ، إلا أن هناك سؤالاً خطيراً عما إذا كانت ضغوط المجتمع المتغير وآثاره تسمح باستمرار هذا الجهد الهائل على النحو المرسوم لجهودنا القضائية المستقبلية . ولن نستطيع في الوقت الحاضر أن نقنأ بما سيكون لزيادة سكان الأرض في سنة ١٩٩٠ إلى خمسة بلايين نسمة — مع التحفظ — من آثار مدمرة على حياتنا اليومية والشئون العالية، وما يصحب هذه الزيادة من مشاكل شاملة لغالبية السكان من حيث الفهم والمأوى والتلويح والعمل وغير ذلك من مستلزمات الحياة .

على أن هناك شيئاً واحداً يمكن التنبؤ به هو ازدهار مستقبل غزو الفضاء واستغلاله . إلا أنه لا بد لنا من أن ندرك ، بالرغم من صعوبة ذلك في الوقت الراهن ، أن المشاكل ، التي سيعبرها سكان العالم في عام ١٩٦٠ أكبر اهتمام ، قد تكون بعيدة غاية البعد عن كل ما يناصر الطيران الفضائي الذي يقتضى إنفاقات ضخمة على التجارب التي لا بد أن يقوم بإجرائها نفر قليل من الإخصائيين في شبه عزلة عن المجتمع بصفة عامة .

ولا يحتاج الأمر إلى موهبة أصيلة في التنبؤ لإدراك ما سيكون في المستقبل من آثار كبرى للتقدم الهائل في كثير من العلوم الأخرى . فها هي كثرة من العلماء يشعرون في هذه اللحظة أنه من الجائز أن يكون علم الأحياء أهم العلوم جميعها ، وأن يُحدث في الجماهير أعظم الآثار . وها هو علم هندسة التناسل ، على سبيل المثال ، يرفع أمام عيوننا آفاقاً لا حدود لها .

فهناك ما يوحى بإمكان إنتاج الحياة بطريقة صناعية ، وبالمكاسب الهائلة في مجال إطالة العمر (رغبة الإنسان من زمن طويل) ، ثم بالتقدم الطبي الذي سيجعل من حلم إصلاح الجسم وزرع أجزاء منه حقيقة واقعة .

إذا تعمق كل هذا على كوكب تواجهه مشكلة تفجر السكان ، فإنه يؤدي ولا شك إلى تعقيدات في حياة الأعداد الضخمة التي تعاني تغييراً عميقاً واضطراباً شديداً في مجتمعاتنا .

فما لم توضح أنشطة الكشف الفضائي ، واستغلال قدراتنا الجديدة في مجال الفضاء ، بطريقة يسهل إدراكها ، وترى فيها الجماهير « جهوداً مشهورة » ، فسترتفع بينهم موجة من الاستياء ضد مجهودات يقوم بها قطاع ضئيل من البشر مقابل تكاليف باهظة فيما وراء الغلاف الجوي لهذا العالم .

وربما كان هذا هو السبب في أن تحقيق الاتصال عن طريق الأقمار

الصناعية كان عاملاً قوياً في تأييد الأنشطة الفضائية ، بل عاملاً أقوى من كل الأرصاد الفلكية التي أخذت من المدارات أو على القمر، والتي قد تساعد العلماء على دراسة امتداد الكون الشاسع . فإذا لم يكن هناك شيء آخر فإن أقمار الاتصال (أو شبكة الأقمار على وجه أدق) هي في حد ذاتها وسيلة مباشرة لتحقيق المهدفين العلمى والأثنائى . على أن الاتصالات بين الحكومات شيء معترف به ولو أنها لا تحظى من الجماهير بكثير من الإدراك أو التأييد . ولكن اتصالات رجال الأعمال شيء آخر . فالرجل العادى يرى فى هذا المجهود أساس الأنشطة التجارية التي يمكن ترجمتها بسهولة إلى ما تساويه من قيم نقدية — دولارات وسننات . أما وسائل الاتصالات المرئية التي تتمثل فى الحفلات الترفيهية ، والتي تنقل ألعاباً حية ، وغير ذلك من البرامج من جميع بقاع العالم المسكون ، إلى منازلنا فى أى مكان ، فلا تحظى فى قائمة العالم إلا بالسكان الأخير ، ولو أنها تحتل المكان الأول عند الرجل العادى أينما كان .

ومن أجل هذا لقيت الأقمار العاملة — أقمار الاتصال ، والأقمار التيورولوجية ، والأقمار الملاحية — لقيت ترحاباً من جوردو الذى تُشغل المعاملات المالية كل تفكيره . فللأقمار التيورولوجية آثارها العميقة على العالم — وفى وسع الرجل العادى أن يترجم فكرة الأقمار التيورولوجية إلى خبرته اليومية . فهو لا يستطيع إنكار حقيقة اهتمامه بالطقس فى كل يوم من حياته . فبعد أن رأى الأخطاء التي تقع فيها وكالات التنبؤ عن الطقس ، أصبح من مصلحته أن يلقى بكل قوته فى تأييد أية وسيلة تؤدي إلى تحسين هذه التنبؤات . لا يهمله أن يتم ذلك عن طريق الأقمار الصناعية التي تترق حول الكوكب متجهة ببدساتها السمكية ناحية الأرض ترقب جوها . لا يهمله (كيف) يتم هذا ما دام يحصل على تنبؤات أفضل للطقس الذى يؤثر على كل خطوة من حياته . ولهذا كان من السهل عليه أن يجعل التكاليف التي يتحملها تطوير التكنولوجيا والموارىخ

والأقمار الصناعية ذاتها . ولم يكن الدافع له في هذا إيمانه بأنشطة فضائية من هذا النوع ، فقد حققت له هذه الوسيلة فرصة أفضل في عدم إلغاء مباراة كرة القدم في يوم سبق التنبؤ عنه بصفاة سمائه وسطوع شمسهِ كما كان يحدث من قبل . وقد يدهش كثير من القراء عندما يدركون أن الافتقار إلى إدراك الجهود الفضائية يسود حتى في إطار عقول أعلى طبقات مجتمع الأعمال الأمريكي . فرجل البنوك أو الاقتصاد أو الصناعة ليس أكثر استعداداً من آلاف الناس الذين يعملون لحسابه ليوضح لك السبب في بقاء القمر الصناعي في مداره حول الأرض ، أو السبب في إرسال الأقمار الصناعية التي تكتظ بالأجهزة العلمية لتدور حول الكوكب ، أو الداعي لاهتمامنا بالذهاب إلى القمر ، حتى دون أن نذكر له أننا نتفق في هذا المجهود الجبار ما يزيد على أربعين بليوناً من الدولارات لمجرد إنزال رجلين على سطح هذا العالم العدائي الصغير .

وقد ألقى مستر جيمس إلز ، نائب مدير مركز سفن الفضاء المحملة بالآدميين (التابع للنازا^(١)) لشئون الصناعة والبرامج ، ألقى خطاباً على جمع كبير في نادي رجال الاقتصاد في دالاس ، تعرض فيه لنفس الأسئلة التي لا بد أن يتعرض لها غيره من المشتغلين بشئون الفضاء عندما يخاطب في جموع شعبية . أما الأسئلة فمن النوع المألوف ، سواء كانت من نوادي السيدات ، أو من منظمات المهندسين ، أو الاقتصاديين ، أو الرفاق الطيبين . وتركز أسئلتهم جميعها في «أم؟» . وها هو مستر إلز يصف تلك اللحظة التي قضاها في نادي رجال الاقتصاد في دالاس فيقول:

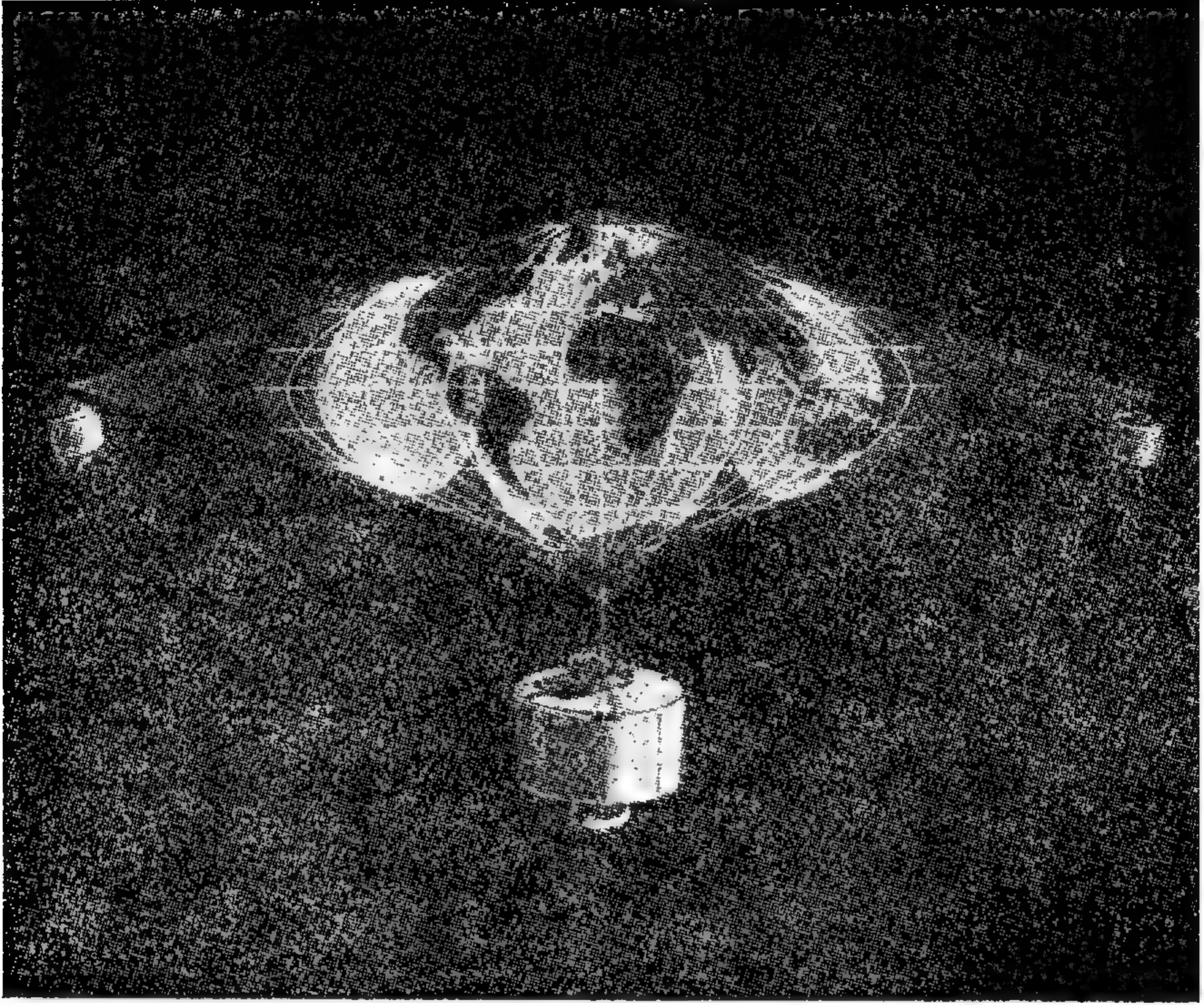
« كان المستمعون كلهم من رجال البنوك والاقتصاد . وكنت أنوي أن أتناقش معهم عن أجهزة قيادة سفينة الفضاء ، أو جهاز تسيير مركبة الإطلاق ، أو أية ناحية أخرى من النواحي الفنية للبرنامج . إلا أنني شككت في إمكان

(١) National Aeronautic and Space Administration : NASA

وهي عبارة مختصرة بمعنى « الإدارة القومية للملاحة الجوية وشئون الفضاء » ...

تنفيذ هذه الرغبة . فقد كانت رغبتهم معرفة مايسأل الناس عنه...لم نذهب إلى القمر؟ ولم يتكلف ذلك ؟ وكان أهم سؤال هو:!!إذا نقوم بكشف الفضاء ؟ الآن مشروع القمر، ولو أنه في غاية الأهمية، لا يتعدى جزءاً من برنامج فضائي شامل؟

« وإذن ، فلماذا نقوم بكشف الفضاء ؟ الأسباب كثيرة . أولها وأكثرها وضوحاً ، ولو أنه من الصعب تبريره لأول وهلة على أساس النتائج لكل دولار ، هو لزيادة معرفتنا العلمية البحتة عن الكون . ومع ذلك فقد تعلمنا (في المرتبة الأولى في هذا القرن) أن العلماء قد يبحثون المجهول على سبيل حب الاستطلاع لا أكثر ، دون أن يفكروا في هدف مباشر، سواء كان هندسياً أو اقتصادياً . ومع ذلك فإن المعرفة الجديدة التي يحصلون عليها تأتي علينا بمكاسب لم تكن في الحسبان . وهانحن نجني ثمار هذه المعرفة أسرع وأسرع كلما تقدمنا في السنين . فقد اقتضت صناعة التليفون العمل خمسين عاماً ، وصناعة الراديو ٣٥ عاماً ، بينما لم تقتض صناعة القنبلة الذرية سوى ست سنوات . وهانحن لم يمض علينا في عصر الفضاء أكثر من ست سنوات ، ومع ذلك فقد أرسلنا بشراً إلى مدارات حول الأرض وأجرينا البحوث على القمر والزهرة ، وعلاوة على ذلك فقد حصلنا على بعض المكاسب التي يمكن الاستفادة منها على الأرض . ففي مجال الطقس بدأنا نستعرض مقدرتنا على التنبؤ عن قيام الأعاصير الجامحة . وها هو التنبؤ الدقيق عن تفاصيل الطقس لمدة قد تصل إلى خمسة أيام قد أنقذ سنوياً مايزيد على خمسة بلايين من الدولارات في مجال الزراعة والغابات والنقل وتصريف شئون خزانات الماء . ونرجو أن تتمكن في النهاية من التحكم بمعض الشيء في الطقس ، مما يعود علينا بمكاسب اقتصادية لا يمكن التكهن بها في الوقت الحاضر : إلا أن هذه المكاسب لا تأتي إلينا بسهولة . فهناك شيء واحد لا بد لنا منه ، هو التطوير الكامل لتكنولوجيا الفضاء الذي غمسينا أنفسنا فيه هذه الأيام .



شكل (١)

كيف تتيح ثلاثة أقمار من طراز سينكوم في مدار
ساكن بالنسبة للأرض اتصالات تغطي السكوك كله

« وها هما القمران تليستار وسينكوم قد بدأ الكشف عن الفوائد الهائلة التي
أضفاها الفضاء على قدرتنا في مجال الاتصال . فقد استطعنا في مدى مائة عام أن
نزيد قدرتنا في مجال الاتصال عبر الأطمان ألف مرة ، بينما ستمكن في مدى
بضع سنوات فقط من هذا العقد أن نزيد قدرتنا بنسبة ألف أخرى ، مما
سيسمح بنقل كتب بأكاملها في ثوان ، كما سيسمح بربط ماكينات الأعمال
والآلات الحاسبة في شبكات على المستوى العالمي . وما هذان إلا منلار
للكاسب الاقتصادية التي نجنيها من أبحاث الفضاء . »

فإذا عجزنا عن نقل هذا للجمهور بدرجة من الإيضاح تكفي لكسب

تأييده لتمويل جهود القضاء فإن الناخبين سيُعبرون أثناء عملية الانتخابات ،
أو بأي طريقة أخرى ، عن استيائهم من الاستمرار في هذه الأنشطة — مما
يلحق بمستقبل برامجنا القومية في مجال القضاء ضرراً أكبر مما تلحقه مجتمعة
كل حالات الفشل في إطلاق الصواريخ .

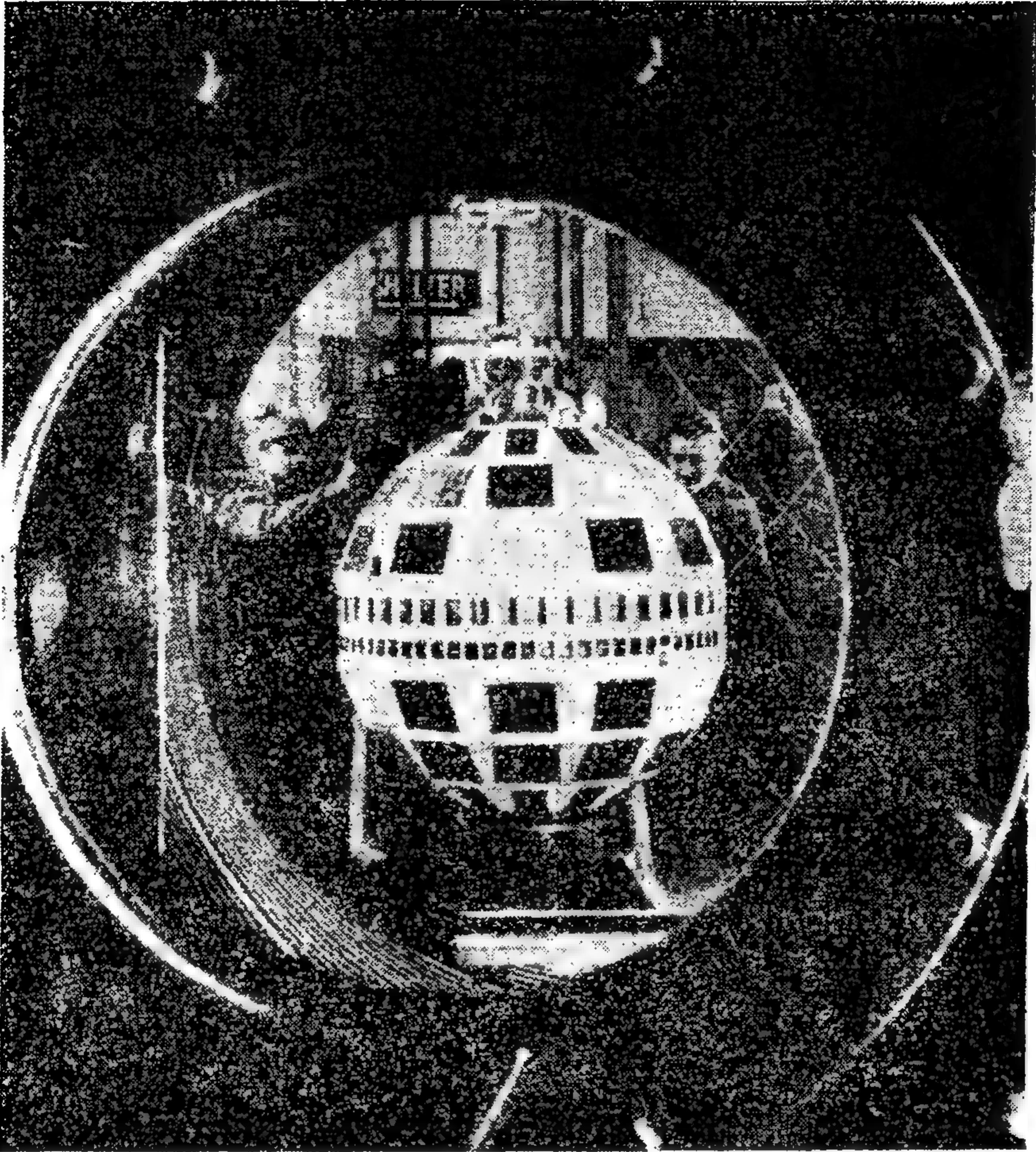
وما يؤسف له أن نذكر ، ولو باختصار ، أنه بالرغم من كل العبارات التي
تحمل معنى فلسفياً لصالح أنشطتنا في القضاء ، كالعبارات التي تؤمن فيها على
مستقبل الأجيال القادمة ، فقد حل بنا وقت ليس بعيد كان من المؤكد أن
تقابل مثل هذه العبارات بأصوات نائية طويلة . وقد يجد المؤرخون الحقيقة
وهم يقابون صفحاتهم بغير نظام . إلا أن هناك حقيقة لا يمكن إنكارها ، وهي
أن برنامج القضاء الأمريكي لم يوضع في الأصل إلا للرد على تحدى السوفييت .
فقد كان لفظ « القضاء » ، قبل إطلاق سبوتنيك ، كلمة نجسة في نظر الساسة ،
ومسئولية سياسية في عنق الرجل الذي دافع عن قضية للناخبين ذوى الوعي
الدولارى الذين يتنادون بمبدأ « دعونا نبقى على الأرض » .

وقد ذكر المرحوم فوستر دالاس وزير الخارجية :

« قد يسجل التاريخ سبوتنيك ، الذى يسخر من الشعب الأمريكى بإشاراته
« ييب — ييب » ، على أنه « بمرج »^(١) خروشوف . فقد هز مشاعر
الأمريكيين وأحدث فيهم رد فعل جاء في مصلحتهم ، رد فعل كان يخدم قضية
الحرية فيما مضى — موجة من الكدر والغضب والتصميم من جديد ، موجة
اكتسحت البلاد وكانت سبباً في التقدير الجدى لكفاح شغل تفكير الناس ،
وفي زيادة الرغبة لبذل الجهود والتضحيات اللازمة لكسب هذه المعركة » .

(١) البمرج قطعة معقوفة من الحشب إذا قذفت في الهواء رسمت دائرة ثم ارتدت إلى

مكانها الذى قذفت منه .



(شكل ٢)

القمر الصناعي تلسار في غرفة حرارية مفرغة لاختبار آثار الحرارة عليه .

ولا يستحق هذا ، في مجال البرنامج القومي لأبحاث الفضاء ، سوى كلمة « ربما » مع التحفظ . فما لا شك فيه أن الشعب الأمريكي أصبح يدرك مجهوداتنا الفضائية . ولا يمكن أن يكون غير ذلك إذا اعتبرنا العناوين العريضة « والسيوف المساطة » في عمليات طائرات البشر في المدار ، حيث قام رائد للفضاء وراء آخر بشق طريقه ليخرج من ورطة نجمت عن خلل في المعدات ، وبدأ أكثر من مرة لمستمعي الراديو الذين فقدوا أنفاسهم ، أنه « على حافة الموت » .

ولذا قلنا إن شعبنا يدرك أهمية بحوث الفضاء، والمجهودات الضخمة التي تبذل في مجال الفضاء، في الحاضر والمستقبل. إلا أنهم لم يكتسبوا بعد « الوعي الفضائي ». فقد تعود المواطنون العاديون، وهم غالبية الشعب، على اعتبار مجهوداتنا في الفضاء لازمة من لوازم الكفاح ضد الاتحاد السوفيتي من أجل كرامتنا الدولية، ونضالاً عنيفاً تغلب عليه السرية من أجل القوة العسكرية فيما فوق الأرض.

وقد قام المواطن العادي - تاركين جانباً مجموعة كبيرة من الناس تتألف من السياسيين وموظفي الحكومة والعلماء والمهندسين والفلاسفة وغيرهم - بتحكيم عقله وعاطفته على هذا الأساس، فتعب من الاكتفاء « بأى شيء »، لمجهوداتنا الفضائية. وما دام الاتحاد السوفيتي لم يعد ينثر رماد الفضاء في عيوننا بإطلاقات ناجحة من الأرض، وما دما قد أحرزنا تقدماً كبيراً يدعو إلى الاحترام، فإن الولايات المتحدة لم تعد تعاني من « فقد ماء الوجه ». فقد أتقنت كبرياؤنا المجروحة، وعادت إلينا الثقة في الطريقة الأمريكية لأداء الأعمال، وأصبح معظم الأمريكيين يعتقدون أن تفوق السوفييت في مجال الفضاء لم يعد حقيقة ملموسة.

وقد أدى عدم الخوف من القول الروسى إلى تخلف سريع في برنامج الفضاء الأمريكى. فطالما كان الروس محتفظين بالتفوق الذى : (١) جعلنا نبدو أقل منهم كفاءة في نظر العالم، و (٢) هدد باحتمال حصولهم على امتيازات عسكرية من وراء مجهودهم الفضائي، فإن قوانين المجازفة كانت تستند إلى القاعدة التي تنص على « لئلا نرسل أى شيء ». لقد كان المثلون المنتخبون وناخبوهم على استعداد لمساندة أى شيء يتطلبه « قهر الروس ».

وحتى في خلال الأيام المظلمة التي مر بها مجهودنا الفضائي، والتي كانت الفانجارد فيها مجرد ذكرى، كان بعض من موظفي الحكومة يعتقدون اعتقاداً راسخاً في أن تفوق السوفييت في الهندسة والرحلات التي يشملها برنامج

الفضاء كان خرافةً أكثر منه حقيقةً . والآن ، وقد قطعنا شوطاً بعيداً في مجال الفضاء ، ابتداء من عمليات الطيران التي ركب فيها الآدميون سفن الفضاء ، إلى إطلاق أثقل حمولات صافية « أعلن عنها » ، في التاريخ القصير للطيران الفضائي ، فإن هناك إصراراً على أننا قد وصلنا إلى كل هذا بسرعة كبيرة إلى حد أننا أصبحنا في الواقع متقدمين كثيراً عن الروس .

وتبرز من هذا المنطق الاستنتاجي صرخة لا بد منها « لماذا الاندفاع ؟ وإلى أين نذهب بهذه السرعة ؟ ولماذا نصر على الذهاب إلى القمر على أي حال . على أنه يحدث أحياناً أن يخذلنا الروس بفضل نجاحنا . فإذا حدث أن تراخوا في برنامج إطلاقاتهم ، أو فشلوا في عمليات الفضاء البعيد (الأمر الذي تستقبله حكومة الولايات المتحدة بالتلويح الخفي) سارعنا إلى الاعتقاد في أن الروس ينهارون في أساس من الرمال بسبب تكنولوجيتهم التي تعجلوا في وضع أسسها . فنقوم عندئذ بإطلاق سلسلة من الصواريخ إلى الفضاء بنجاح يلفت الأنظار . وهنا يعد المسرح لمرحلة جديدة في الموقف الشعبي والرسمي ، يظهر فيها الاقتناع (إن صواباً وإن خطأً) بأننا قد بزنا الروس ، ونظل على هذه الحال حتى نفقد حليفاً له قيمته ، هو الدافع الحافز من الكونجرس والجمهور لجباية الضرائب . وتشبه عمليات غزو الفضاء لسوء الحظ لعبة الأرجوحة التي تتخللها فترات مختلفة من التأكيد والاقتناع . فها هي إنجازاتنا الفضائية نستعرضها أمام عيوننا لنؤكد لمواطنينا أن النازا تقوم بأداء مهماتها بطريقة عملية بارعة صلبة . فتكتسح البلاد موجة من الرضا ، وتلقى الخطب المليئة بالفصاحة تذكراً من أن لآخر بحيازتنا لقصب السبق في مضمار الفضاء ، تذكرنا بأننا نحترق الفضاء بكل سهولة والكرة تحت قبضتنا القوية .

ثم لا نلبث أن نرى الروس يهبون كالشبح الخفيف من قلب معركة الفضاء ليصدفوا خلاله مرة أخرى في عملية أحرزت نجاحاً هائلاً ، فتثير في

مجال الفضاء الأمريكى موجة من الارتباك . وهما هى عملية طيران فوكشود (أكتوبر عام ١٩٦٤) التى كانت تزن ما يزيد على ١٥٠٠٠ رطل من الأرطال ، وتحمل طياراً وملاحين اثنين من العلماء (فى بيئة كم القميص) ، تذكرنا لسوء الحظ بأن الروس ، سواء فى علوم الملاحة الفلكية أو فى عمليات الطيران الفضائية البشرية ، شعب متقدم ، يمتاز بقدرات هائلة ، ويشق طريقه فى ثبات . ولا شك أن المثل واضح تمام الوضوح .

وما السفينة فوكشود — وستلوها عمليات أخرى يطير فيها ثلاثة من البشر ، فى رحلات تمتد إلى أسبوعين فى مدارات حول الأرض ، قد تم قبل أن تطبع هذه الصفحات — ما هى إلا دفعة كبرى نحو عمليات الغد الفضائية . وقد كان هذا العمل منهم بمثابة القفزة التى دفعتهم أمام جميع مراحل برنامج جيميني الذى قصد به إرسال اثنين من رجال الفضاء فى مدار حول الأرض . فقد أطلق الروس سفينة تعادل السفينة أبوللو فيما تتيحه من حيز بداخلها ، إن لم تزد عليها . وتم لهم ذلك بسفينة تزيد فى وزنها على أبوللو (بنسبة نصف وزن قالب التعليلات فى سفينة أبوللو الذى يزن ١٠٠٠٠ رطل) . وقاموا بتلك العملية وكلهم ثقة فى أجهزة سفنهم فوكشود للإبقاء على الحياة . فقد أرسلوا رجالهم إلى الفضاء دون أن يزودهم ببذل الضغط الاحتياطية .

ومن هنا نشبت معركة الأرجوحة فى إقناع شعبنا . ويبقى — أو يجب أن يبقى — لنا ما يكفيننا من ذكريات مؤلمة تفنرنا بأن الروس يحتفظون بتفوقهم علينا فى بعض (ولربما أهم) مجالات الطيران الفضائى ، علاوة على أنهم لم يفقدوا قدرتهم العجيبة على إخفاء مفاجآتهم داخل أحذيتهم المبطنة بالفراء . على أنه من الجائز أن تتوقع سلسلة من حالات القشل الخطيرة فى كفاحنا من أجل القدرة فى مجال الفضاء ، ولو أن هذا يعد مجازفة من المؤلف ، إذ أن أى تنبؤ فى مجال الطيران الفضائية قد يكون على حساب السمعة . وسيكون (٣-٢)

لزاماً على الحكومة الأمريكية ، إن عاجزاً ، وأجلاً ، أن تعترف بأن الروس قد بدأوا منذ أواخر صيف عام ١٩٦٥ في إطلاق سفن للفضاء لا تحمل بشراً وتبلغ حمولتها الصافية ١٥٠٠٠ رطل ، وأن إعادتها في برنامج ناجح بلغ من الرصانة حداً مذهلاً . كذلك سيكون لزاماً عليها أن تعترف بأن السوفييت سيتابعون مابدأوه مع سفينتهم فوكشود الأولى التي ظلت تدور حول الأرض مدة طويلة . فقد ذكر الروس أنهم قد أتموا رحلات فوستوك . وسوف يقوم رواد الفضاء الروس في أثناء رحلات فوكشود بالخروج من السفينة ، يلتقوا مع سفن فضائية أخرى ، وينتقلوا من سفينة إلى أخرى . فإذا استطاع السوفييت متابعة تقدمهم المنتظم تبعاً لبرنامجهم الفضائي ، فأغلب الظن أنهم سيتمكنون ، في خلال عام ١٩٦٥ أو عام ١٩٦٦ على أكثر تقدير ، من إرسال أول سفينة فضاء تحمل إنساناً في عملية طيرانية حول القمر يعود بعدها إلى الأرض .

وتعتبر الصواريخ الدافعة السوفيتية الحديثة من الأمور التي تحتل نفس الأهمية . وكثيراً ما يلجأ الروس إلى التضليل ، ويلتزمون الصمت في أكثر الأحوال . بل لم يبد عليهم في أي وقت من الأوقات أي إبطاء في تنفيذ برنامجهم الفضائي . فلنحاولنا في مدى سنين أن نأخذ عليهم كذبة متعمدة عن مجهودهم الفضائي ، إلا أننا فشلنا في ذلك . ولقد أكد العلماء الروس أن الصواريخ الدافعة للسفينة فوكشود وغيرها من السفن تولد قوة دفعية تزيد على قوة مركبتنا ساتيرن ١ ، وأن حمولتهم الصافية تزيد على المحولات التي أطلقناها بواسطة ساتيرن ١ . وهذا ما دعا إلى القول إن الولايات المتحدة قد أطلقت إلى المدار أثقل حمولات صافية « أعلن عنها » .

ولم يعد هناك أدنى شك في أن الروس ينتجون من الصواريخ الدافعة ما يقع في مرتبة صواريخنا ساتيرن ٥ (قوتها الدفعية ٥٠٠٠٠ رطل) . وها هو مارينر ٤ ، الذي أطلق من كيب كيندي في أواخر ١٩٦٤ كحمولة صافية إلى

المريخ ، يقل في وزنه عن ٣٠٠ رطل . وقد كان ذلك أقصى ما كان يمكننا عمله في ذلك الوقت ، في حين أن الروس كانوا قبل ذلك بعام أو عامين يطلقون إلى الكواكب البعيدة حمولات صافية بلغت في متوسطها ٣٣٠٠ رطل . فقد كانت لهم القدرة في عام ١٩٦٤ على إطلاق حمولات صافية تعادل ضعف هذا الوزن . وسوف تمكنهم صواريخهم الحديثة من زيادة كبيرة في أوزان حمولاتهم الصافية التي يطلقونها إلى مدارات حول الأرض أو إلى القمر أو إلى الكواكب .

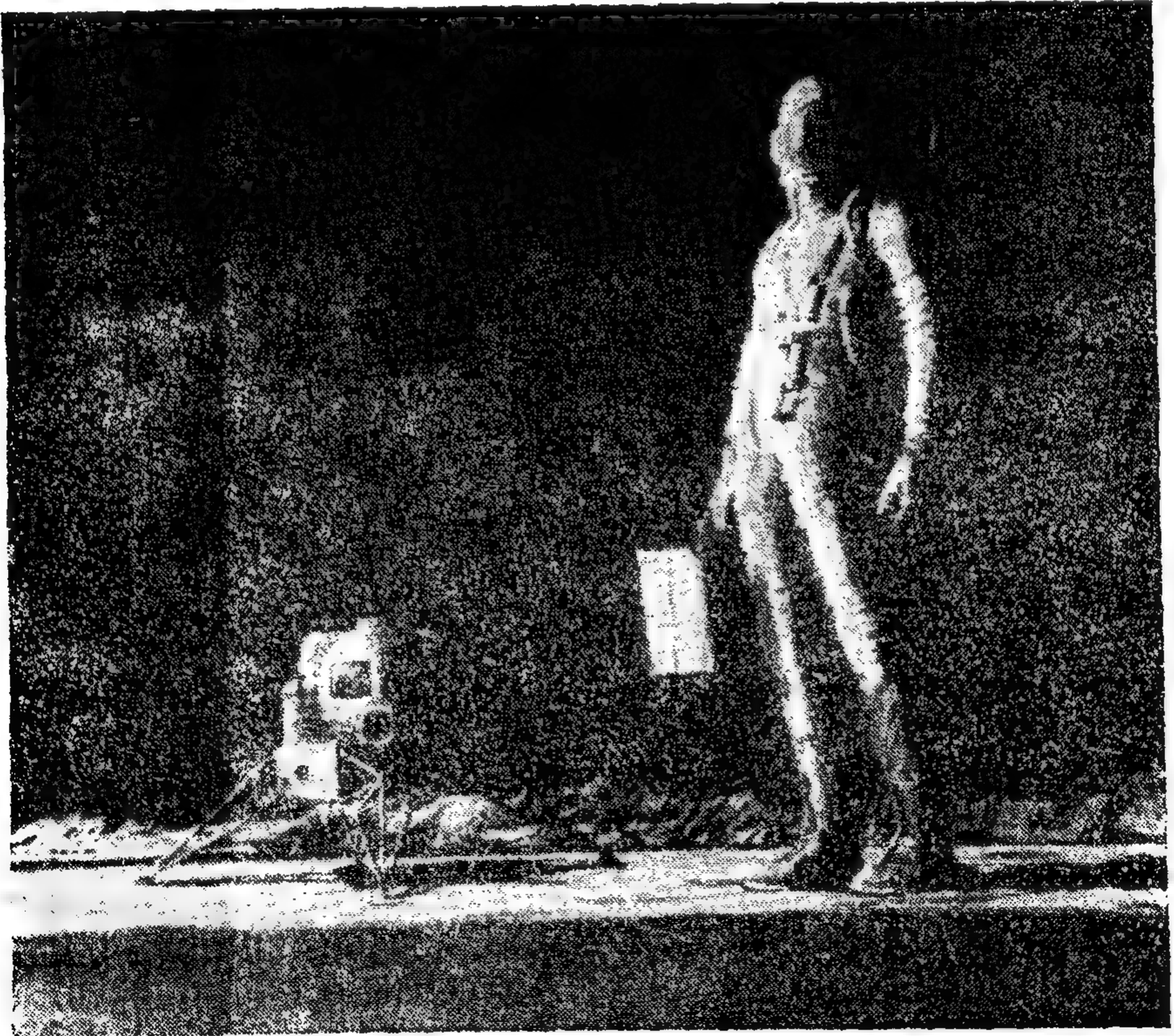
إلا أن هذه ليست هي الحقائق التي تتاح للشعب الأمريكي ، ولا حتى لكثير من قاداتنا السياسيين ، مما أدى إلى كسر حدة الخوف من تفوق الروس في الفضاء . وها نحن نشعر بما لهذا من آثار . فقد بدأ برنامجنا الفضائي يصاب بأعراض يخاف بعض العلماء من أن تتحول إلى ما يسمى « الفقر المالي » بعد أن وهنت حجة « قهر الروس » .

وقد ذكر الدكتور جيمس إدسون من العاملين بإدارة النازا للأبحاث المتقدمة والتكنولوجيا في أوائل عام ١٩٦٤ ، في شيء من التأفف : « كانت الصدمة التي نجمت من اكتشاف أن باك رودجرز^(١) كان روسياً ، بمثابة الطاقة النارية التي قذفت بنا إلى الفضاء . إلا أن الأثر الذي تحدثه هذه الطلقة لا يبقى لمدة عقد كامل . وها هو البرنامج الآن في مرحلة الطيران الحر . إلا أننا في حاجة إلى إنذار حافز سريع وإلا فقدنا قدرة البقاء في المدار » .

وأضاف الدكتور كويل الذي يعمل بمركز الطيران الفضائي التابع للنازا رداً على هذه الرغبة : « يقتضي اقتصاد الدولة أن تحتفظ بالمستوى الحالي لتابعة برنامج الفضاء ، بمعدل واحد في المائة من جملة الإنتاج القومي . فإذا أُتيح لنا أن نُقنع الشعب بكسب تقدمه له على هذا الأساس ، استطعنا أن نحفظ بهذه النسبة . أما إذا تحدثنا بلغة علمية لا يفهمها الفلاحون في كنزاس فإنه لا نحصل على شيء منها » .

ولهذا انحرف كثير من المهندسين والعلماء من مجالاتهم العادية بسبب انشغالهم في مشكلة إيجاد طريقة للوصول إلى مزيد من تأييد الجمهور لجهودهم الباهظة التكاليف والتي تتصف بالشقاوة ، وهم يدركون تمام الإدراك أن الاستمرار في عدم اكتراث الجمهور بالعملاق الفضائي الروسي يؤدي إلى جذب اهتمام الأمريكيين من الفضاء الواقع خارج جونا ، بالتركيز على أشياء أخرى أقرب إلى الحياة العادية . ويخاف هؤلاء العلماء من خطر انهيار برنامج الفضاء فوق قاعدة الإطلاق المالية إذا لم يحظ بتأييد الجماهير .

أما ذلك السؤال (لم ؟) الذي يردده الناس فلا يمت إلى العلم بصفة ما . فقادة علمائنا قلقون أشد القلق على مصدر تمويل أنشطة الفضاء ، لأنهم يرغبون في وقف التدخل في أي من مشروعاتهم التي يرعونها، ولكن بسبب



(شكل ٣)

ستأتي اللحظة الحرجة التي يقف فيها أول أمريكي على القمر ...

ما تقتضيه طبيعة الجهود طويلة المدى من استمرار التدعيم ليكون النجاح حليفهم في المستقبل .

وقد حذرنا الدكتور إدسون فقال : « إن استخدام القمر يستطيع (ولابد له من ذلك) أن يفوق أى انعكاس فى برنامجنا القومى للفضاء فى هذه الأيام . فلا بد من أن تأتى اللحظة الحرجة عندما يقف أول أمريكي على سطح القمر — تلك اللحظة التى نقرر فيها ما إذا كان القمر سيصبح أنتاركتيكا أخرى — لعبة علمية باهظة التكاليف . فإذا صح هذا فلا بد للقمر من أن يلقى مصيراً أنتاركتيكا .

« فإذا اتخذنا الخطوات اللازمة للاستعداد لما هناك ، فقد يصبح مثل جرينلاند التى كان لايف إريكسون قد عاد منها إلى الوطن ليروى قصصاً عن خرافة الأرض الخضراء التى تقع عبر المحيط ، فشجع غيره أن يحدو حذوه . ومع ذلك فقد كانت القيمة الحقيقية الكامنة لكشف أنتاركتيكا تزيد كثيراً على جرينلاند . فلا بد لنا إذن من أن نضمن أن القمر لن يصبح أنتاركتيكا أخرى . »

ومما يحز فى نفس بعض المسئولين من أمثال الدكتور إدسون ظهور جماعة فى محيطه العلمى يزايد عددها ، دأبها مقاومة الجهود القومى ، الباهظ التكاليف لإنزال بشر على سطح القمر . وقد واجه عداؤنا مشكلة تأييد الجمهور وجهاً لوجه . حتى فى داخل صفوفهم ظهرت فى السنوات الأخيرة أصوات (متزايدة) تعبر عن الاستياء والامتهان نحو البرنامج القومى لإنزال بشر على القمر . فإذا حاصرت جحافل النمل الأبيض تلك الجهود — كشروع أبوللو — لتحريم البرنامج من وسائل التدعيم المالية ، فإن كثيراً من العلماء . ومنهم الدكتور إدسون ، سيقنعون بأن ذلك سيكلفنا ثمناً باهظاً . ولما كنا قد رسمنا خططنا فإن التعثر فى الطريق ، نتيجة لقصر نظرنا ، قد لا يعنى التنكر للمستقبل فحسب بل سيؤدى بالتاكيد إلى أن نتحسس طريقنا بعينين تكسوهما سحابة كثيفة .

ويتطلب أى عرض لهذه المشكلة دراسة وافية لأهم وجهات النظر،
أو على الأقل دراسة المواقف التى تبدو دقيقة فى التنبؤ عن تقدمنا فى انفاذ التريب.
فهناك بعض العلماء يتمتعون بإدراك بديهي للشئون العالمية اليومية ، وينظرون
بكل هدوء إلى « المشكلة » الحالية بشأن وضع ميزانية للفضاء ، ويشعرون
أنها مجرد طارئ ذى أهمية ضاهية لا يعدو أن يكون طوراً عابراً .

ويشعر هؤلاء العلماء أن الضجة القائمة حول احتمالات الذهاب إلى القمر،
أو البقاء على الأرض ، لرصف مزيداً من الطرق فى المدن الكبرى ، ليست
إلا رد فعل لا بد من أن تتوقعه بعد ما فرضناه من أولوية لجهودنا الفضائية
لكى تكسب هذه الدولة مساواة فى شئون الفضاء مع الاتحاد السوفيتي . ويشترك
المؤلف معهم فى الرغبة النيرة أن يكونوا على حق فى هذا الاستنتاج الذى لم
يكن أساسه البديهية فحسب ، ولكن سلوك المجتمع العلمى المتحفظ ، الذى يتصف
عادة بالهدوء .

وقد أعلن ما كسويل هنتر ، الذى يعمل فى مجلس الملاحاة القومية والفضاء،
فى ندوة فلكية حديثة (أواخر عام ١٩٦٣) على البلاد هذه النقطة فكان لها
تأثير قوى . فقد ذكر بعد فترة طويلة من الجدل العنيف حول أنشطتنا خارج
الأرض، قائلاً :

« العيش على الكواكب الأخرى عبارة حقةها الزمن من القصص العلمية
التي تشير إلى الوسيلة التي يستطيع بها رواد الفضاء تحويل المواد الموجودة فى
كوكب غريب إلى جو يقيح لهم العيش عليه . فلو أن اجتماعاً من هذا النوع قد
عقد منذ بضع سنوات لأنطق فيه بهذه العبارة لهرب الناس وقوفاً ليتركوا المكان.
وقد كان من دواعى سرورى أن لم يفعل هذا واحد منكم فى اجتماع اليوم . »

ويميل المستر هنتر إلى الجانب التشاؤمي ، فقد بذل جهداً كبيراً فى إبراز
الأسباب التي بنى عليها استنتاجاته التي تعارض بشدة مع زملائه العلماء المتفائلين.
وهو مقتنع بأن المشاكل، التي تبدو معقدة للحاولاتنا فى وضع برنامجنا الفضائي

على أساس رصين وعمل ، هي مشاكل لا مفر منها وفي الإمكان حلها .

وقد قال : « إن هناك دائماً شيئاً ما . فإذا لم يكن هناك برنامج محاربة الفقر ، فهناك برنامج القذائف الدفعية عابرة القارات . فإذا حاولت أن تضع مقدماً أية خطة قيل لك في صورة نصيح أبوى : لا تضعها هذا العام ... لننتظر حتى العام القادم . فليس في وسعك أن تكون منطقياً مع القيود المفروضة على التخطيط المبكر . »

وقد قضيت في هذا العمل وحده عشرين عاماً . فلما بدأتها كان من المستحيل تخطي سرعة الصوت . والآن ها نحن نقوم بمجد بوضع خطة لبيع تذاكر للسيدات والأطفال الأبرياء ليطيروا على طائرات تفوق سرعتها سرعة الصوت .

ولا يعتقد أى عالم جاد ، أو أى فرد يدرك شيئاً عن تلويخ الجنس البشرى والتزاماته ، لا يعتقد في الواقع ، ولو للحظة ، أننا قد نوقف ، على حين فجأة ، تكنولوجيايتنا التي ما زالت طفلاً يحبو . حتى أولئك الذين يعارضون بعض المشروعات ، مثل مشروع أبولو ، الذي يهدف لإزالة اثنين من البشر على سطح القمر قبل نهاية هذا العقد ، لا يجادلون في الفرض من بذل الجهود الذي يتكلف عدة بلايين من الدولارات . فهم لا يجادلون في الهدف ، ولكن في الطريقة التي نقيمها لتحقيق هذا الهدف القومي . وقد قام هؤلاء ، لأسباب عديدة ومتنوعة ومتعارضة ، بتقديم النصيح بالاعتدال في معدل التقدم نحو الوصول إلى القمر . وهم ينادون بوجوب الحرص والتقيد ، اللذين لا حد لهما ، في برنامج القمر . إلا أنه من حسن الحظ أن ليس في وسعهم أن يفرضوا علينا هذا الاختيار .

وقد قمنا ، ونحن ندرس مستقل البشرية في الفضاء — الذي يعد أخطر تحد نواجهه منذ بدأ الجنس البشرى يسيطر على استخدام النار — قمنا بدراسة عديد من ميادين الجدل . إذ أن أى تخطيط لا تدخل في حسابه مشاكل المستقبل التي ستزول بكونها يعيش عليه بايين خمسة وعشرة بلايين من البشر ، هو بلا شك تخطيط قد ينهار لعدم كفاءته ، إذ لا بد من أن نأخذ في الاعتبار احتمالات تفجر

السكان وآثاره على أى مجهود تكنولوجى ، مهما بلغ من الضخامة قبل أن يتحقق هذا التفجر ، إذا أريد تجنب ردود فعل مضادة .

وقد ذكرنا قبل ذلك أن غزونا للفضاء لم يكن نتيجة لتطوير علم معترف به من أجل العلم ذاته ، ولو على أساس ما يرجى منه فى المستقبل ، ولكنه كان نتيجة حتمية لرد الفعل الذى أحدثه إطلاق سفينة الفضاء السوفيتية . كما أننا لم نصل إلى إمكانياتنا الفضائية بسبب بعد نظر ثاقب منا ، بل كان ذلك رد فعل لموقف نشأنا على سطح الأرض وتكشف لنا بطريقة مذهلة فيما فوق الأرض . وبذلك يكون دخولنا مجال الطيران ، سواء فى مدار حول الأرض أو بين الكواكب ، قد بنى على أساس خاطئ .

ولنساءل الآن كيف نقف تجاه برنامج الفضاء بعد أن انكمش عملاق الفضاء الروسى إلى حجم مقبول ، بغض النظر تماماً عما أحدثته فينا إطلاقات سبوتنيك ولونيك من رد فعل ؟ وربما كان هذا وحده أهم سؤال حيوى نواجهه . ثم كيف يكون موقف تكنولوجيتنا الفضائية دون خوف من أن تكون أهم مستلزمات السفر فى الفضاء ؟

على أنه يبدو أن الإجابة كلها لصالحنا . فهناك من الأسباب ما يبنى للاعتقاد بأن رد الفعل الأول للإطلاقات السوفيتية كان سبباً فى خلق تكنولوجية أمريكية حديثة قوية قدمت لنا نتائج باهرة ظاهرة للعيان لم نعد معها فى حاجة إلى دافع مصطنع .

وقد أوضح الدكتور دونالد هورنيج ، السكرتير الخاص للرئيس لشئون العلوم والتكنولوجيا^(١) ، بما لا يقبل الشك ، أن الولايات المتحدة قد وُكل إليها

(١) ورئيس المجلس القيدالى للعلوم والتكنولوجيا ، ومدير إدارة العلوم والتكنولوجيا فى الإدارة التنفيذية التابعة للرئيس ، ورئيس اللجنة الاستشارية للعلوم التابعة للرئيس .

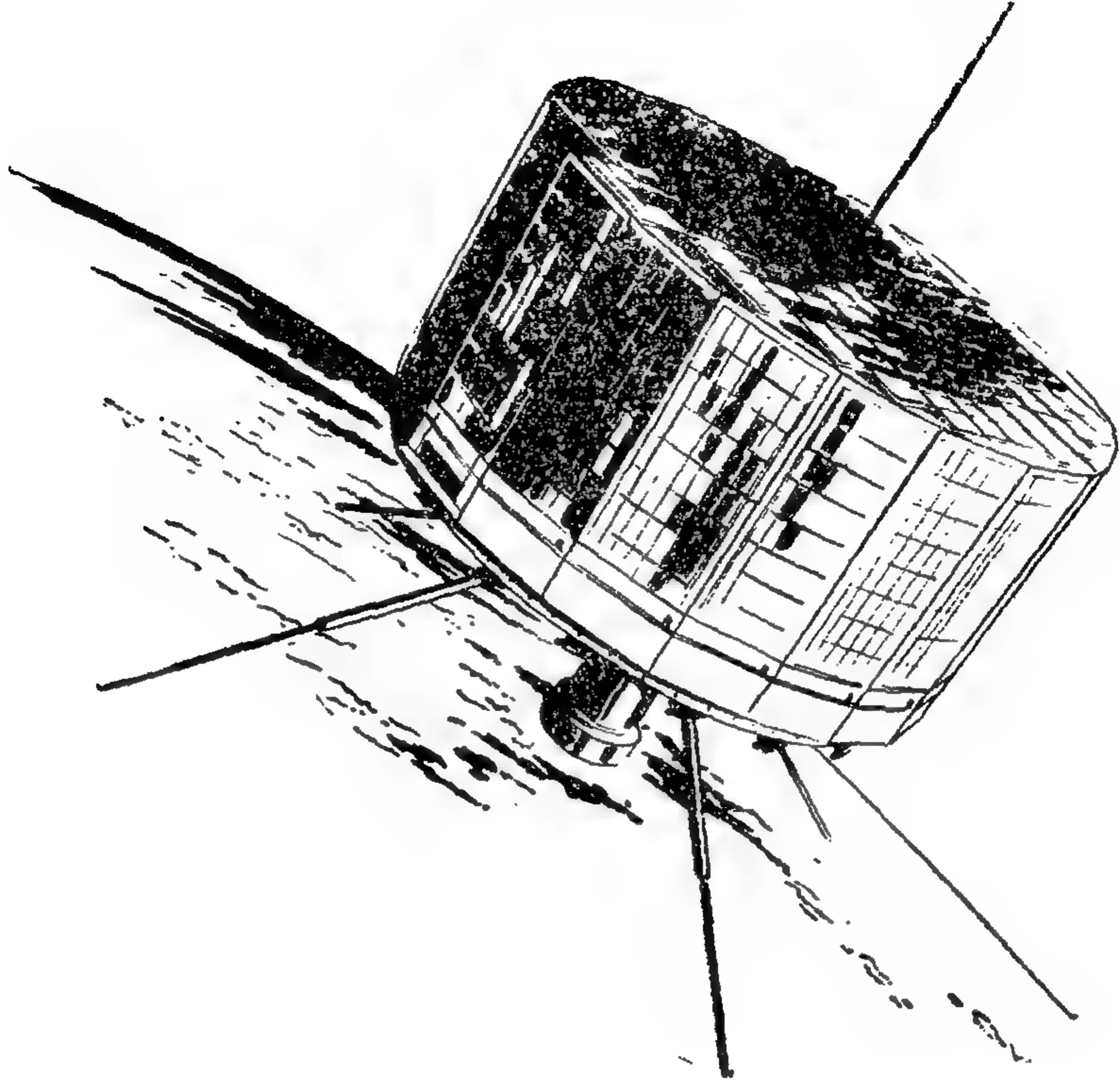
كشف الفضاء واستغلاله ، وأن التنافس مع الاتحاد السوفيتي لم يعد من العوامل اللازمة لدفع عجلة الفضاء الأمريكية .

ويذكر الدكتور هورنيج أن تقسيم أنشطة الفضاء بين النازا والسلاح الأمريكي ليس في الواقع تقسيماً على الإطلاق ، ولكنه مجرد مرآة تعكس عنصرين منفصلين ضمن عناصر أخرى عديدة ، تشكل برنامجنا القومي للفضاء ، وتعمل كلها في سبيل تحقيق القدرة الفضائية القومية .

وقد ذكر الدكتور هورنيج ، بغض النظر عما تحدثه المنافسة الروسية على مجهودنا الفضائي من أثر ، سواء في يومنا هذا أو في المستقبل : « إنه من غير المعقول ، في الوقت الذي تستطيع دولة ما أن تفعل شيئاً في مجال كشف الفضاء وتزيد من معرفتها عنه ، أن تتغاضى ولا تفعل شيئاً » .

وما مدى التقدم في المجهود الفضائي القومي من حيث القدرات التكنولوجية والعلمية وما يبشر به في المستقبل ؟ هاهو الدكتور هورنيج يجيب على هذا السؤال دون بتر للكلمات حين يقول « تقدم بارع ! نعم هناك مشكلات ، وكل فرد يعلم ذلك ، إلا أننا قد منحننا ، منذ عام ١٩٥٧ ، إدراكاً لم يكن لدينا من قبل عن بيئة الفضاء القريب من الأرض . فهناك مجموعة كاملة جديدة من الآراء والإحساسات عن الفضاء المحيط بنا ، لا بين العلماء فحسب ولكن عند الجمهور العادي أيضاً . وانضرب أمثلة لذلك بأحزمة فان ألن الإشعاعية ، والمجالات المغناطيسية ، والرياح الشمسية ، إلى غير ذلك .

« كما أصبحت لدينا ، علاوة على ذلك ، تطبيقات عمالية للفضاء تتمثل في شبكات الأقمار الصناعية العمالية ، مثل تيروس للطقس ... ولا أعتقد أن واحداً يستطيع أن ينكر التقدم الواضح والسريع في هذا المجال . على أن بعضاً من أعظم الأشياء التي وقع بعمرنا عليها لازالت في الطريق إلينا . ومع ذلك فلا أرى سبباً للاعتقاد أننا قريبون من نهاية المطاف في مجال الفضاء » .

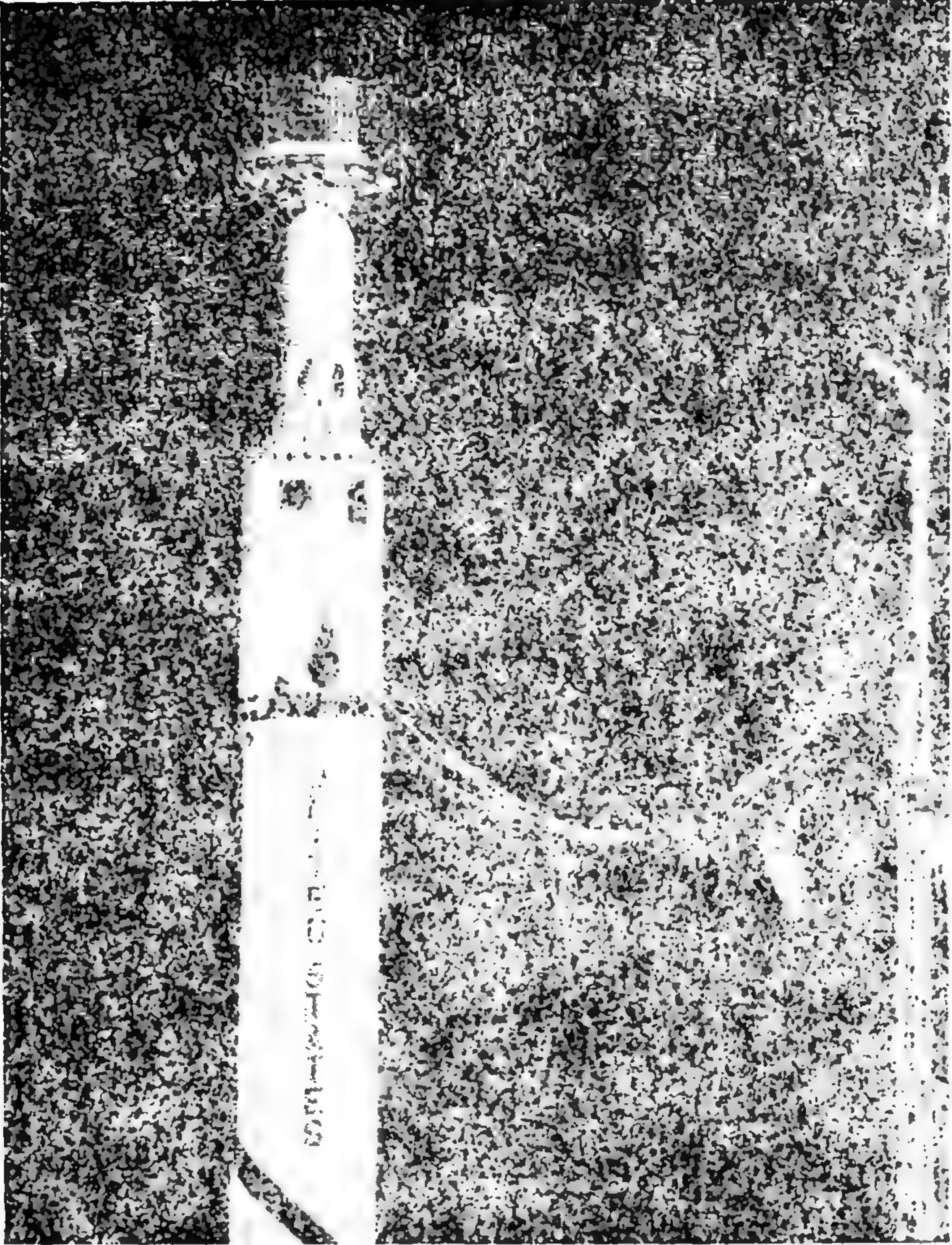


(شكل ٤)

القمر الصناعي المنيورولوجي تيروس

ومن المهم أن ندرك أن الفضاء ليس شيئاً ملموساً ، فهو «مكان» . فليس هناك قانون سحري في انتظارنا فوق الأرض ، أو مادة سحرية من نوع ما ، يخفف أو تخفف من عملنا الذي يهدف نحو التقدم السريع نحو المستقبل . فإن سير الحوادث فيما فوق الأرض لا يمت بصلة إلى البيئة . على أن التحدى قائم . وقد قبل الإنسان القفاز الذي ألقى أمامه .

وها هو المفتاح الذي يعالج به أعظم التحديات والمجازفات — فالإنسان هو المتحدى والمتحدى . والإنسان هو الذي سيحدد سرعة سير الحوادث ومعدل التقدم اللذين لا بد له من أن يقابلهما في الفضاء والمستقبل .



(شكر ه)

القمر الصناعي تروس أعلى الصاروخ في مرحلة الاختبار
قبل الملاحه ، وبذلك نحتق حلم القصة العلمية .

والسرعة الخاطفة هدف عصرنا الحاضر . وإنه لمن الحق دائماً أن الزمن في صالح السريع . وهي حقيقة تبدو والآن أكثر قوة من ذي قبل .
إلا أن هناك فيما بيننا ، كما كان من قبل ، وما سيكون في المستقبل ، أناس ساخرون ، ينادون على الدوام بعدم إمكان عمل شيء ما ، وبأن محاولتنا في سبيل كشف المجهول ، مهما بلغت ، يجب أن تبذل بحذر شديد ، وبأبطأ سرعة ممكنة (إذا كانت هناك سرعة على الإطلاق) . إلا أنه كان من حسن الحظ أن طغت أصوات اللنادين بضرورة السعي إلى المستقبل على هذا الفريق الخامل التفكير إلى حد استطعنا معه أن نصمد ، وأن نسرع خطانا في التقدم العلمي في السنوات الأخيرة على وجه الخصوص .

ولا يوصف ما علينا أن نواجهه في المستقبل القريب بأقل من أنه خارق للعادة . وربما كان أغرب مظهر من مظاهر السنوات القادمة أننا مازلنا ، بالرغم مما كسبناه أخيراً من منح وعلوم وقدرات ، عاجزين عن إدراك المعجزات التي تنتظرنا إدراكاً كاملاً . وفي هذا قال الدكتور روجر ريفيل ، الذي يعمل بمعهد سكريبس لعلوم البحار ، قال أخيراً :

« في اعتقادي أننا لن نستطيع أن نثنباً في الوقت الحاضر عن النتائج العلمية والتكنولوجية والاقتصادية التي سنحصل عليها في السنوات العشرين القادمة . إلا أنها ستبدأ في الظهور واحدة بعد الأخرى بطريقة تدعو إلى الفخر بسبب ما قمنا به من رعاية هذا « الطفل » أو « المراهق الصغير » في أثناء مرحلته الدقيقة . وقد دب في بصفة خاصة حماس شديد لإمكانات الحياة على الكواكب الأخرى . ويبدو لي أن العثور على نوع من الحياة في المريخ يستحق منا المجازفة . إنه أمر يستحق ميزانية الدولة كلها ، فما بالك بواحد في المائة منها . وهذا وحده أهم مشكلة تواجه البشرية : فهل توجد حياة في مكان آخر غير الأرض ؟ وهل نحن وحيدون في هذا الكون ؟ وهل من الممكن أن تنشأ الحياة في أماكن

مختلفة ، مستقلة في كل منها ؟ هل نشأت الحياة على الأرض من أبواغ أتت إلينا من الفضاء الخارجى أو بأى طريقة ؟ أو هل من النتائج الطبيعية لطبيعة المادة وقوانين الطبيعة والكيمياء أن تنشأ الحياة إذا كان الوقت يكفى لذلك ؟ « هذا الموضوع ، الخاص بأنواع الحياة التى يغلب أن نجدها فى كوكب المريخ ، نوع من المحاولات العلمية التى تؤدى إلى نتائج عظيمة ، روحية وعقلية وعاطفية ، إلى غير ذلك من مختلف النتائج »^(١) .

والآن ماذا علينا أن نفعل فى السنوات القادمة بطريقة تعطى معنى لسكوفنا خارج هذا العالم ، وعلى سطوح الكواكب الأخرى التى تدور حول الشمس ؟ هذا سؤال لا بد من أن يدرس باهتمام كبير . فهناك ، على نحو ما أكدناه فى مقدمة الكتاب ، هوة واسعة بين فريقين من العلماء — هوة من الجدل حول ما إذا كانت الآلات أو البشر الذين يحملون عبء السفر عبر محيط الفضاء .

ومن حسن الحظ أن هناك أسباباً ، لا يمكن الرد عليها ، تبرر قيام الإنسان بهذه المهمة . وها هو الدكتور جيمس فان ألن ، الأستاذ بجامعة أيووا الحكومية (ومكتشف أحزمة فان ألن الإشعاعية التى تطوق الأرض) ، يقدم لنا مجملًا مختصراً عن موضوع الجدل فيقول لمجموعة من العلماء .

« أتحدى أى واحدٍ منكم أن يفكر فى آلة كان فى وسعها أن تقطع نهر الميسيسيبي وتأخذ أرصاداً كاملة عن طبيعة الولايات المتحدة كما فعل ماركييت وبولييت بوسائلهما البدائية دون أن تكون معهما معدات تذكر . . . ولأقدم لكم مثلاً آخر ، قد يكون أقرب إلى أذهانكم وأكثر محلية . فلو أنكم قيدتمونى فى شيكاغو مثلاً ، ثم عصبت عيني وأتيتم بى إلى هذه الغرفة (فى واشنطن العاصمة) ،

(١) موضوع نوقش فى لجنة العلوم والملاحة الجوية المنبثقة من مجلس النواب الأمريكى فى دورته الثامنة والثمانين ، يناير ١٩٦٣ .

وفككتهم رباط العيينين، ففي وسعى أن أقول لكم بكل جرأة ، وفي خلال ٥٠ ثانية ما يجرى هنا . وبودي أن أرى ما تستطيع أية آلة تختارونها أن تفعله إذا طلب منها ذلك .

« وفي اعتقادي ، على ضوء هذين المثلين المحليين ، أنكم موافقون على أنه سيأتي الوقت الذي تبلغ فيه الأرصاد والأبحاث حداً من التعقيد والتنوع تعجز عنده الآلة ، كجزء من جهاز علمي ، عن أداء ما يطلب منها ، مما يستلزم تكليف إنسان حي للقيام بالمهمة عند حد معين » .

ولننظر إلى هذا الأمر من وجهة أخرى . فمن أين يمكننا الحصول على « آلة حاسبة لها قدرة ذاتية على الصيانة تحوى بداخلها وسيلة لإصدار قراراتها ويستطيع إنتاجها عمال غير مهرة » ؟

الفصل الثاني

موجة تحتظم

قال الفيلسوف « إن الإنسان ، من الناحية الفلكية ، كمية مهملة » . فرد عليه عالم النفس قائلاً « من الناحية الفلكية الإنسان هو الفلكي » .

لم يكن الترحيب دائماً نصيب الإنسان في الفضاء . فقد شن كثير من العلماء حرباً دائمة يفاضلون فيها بين أوزان الإنسان وأوزان حزمة أنيقة من الترانستورات والأسلاك والآلات . وفي رأيهم أن الإنسان هو الخاسر . فهم يرون أن الإنسان طفيل أكثر منه راكباً مفيداً له قيمته في مركبة باهظة التكاليف تدور حول الأرض . ويفضون أن يكتفى الإنسان في طيرانه على الارتفاعات الديناميكية الهوائية ، أى في حدود الغلاف الغازي الذي يحيط بالأرض ، حتى لا يربك برامجهم للدراسات الآلية لما يقع وراء هذا الجو .

وقد يبدو هذا غريباً في نظر عشرات الملايين من الناس الذين شاهدوا على شاشة التليفزيون رواد الفضاء . الأمريكيين وهم يندفعون من الأرض ، ثم صفقوا بحرارة يغاب عليها المرح للرجال الذين انطلقوا في النهاية إلى الفضاء . إلا أن حقيقة الأمر أن الإنسان دخل الفضاء ، لا بدق الطبول ، ولكنه دخله بهدوء من الباب الخلفي . فقد ظهر متأخراً على مسرح الفضاء ولو أن هذا قد يبدو غريباً في بلد أخذت ببطولة روادها .

ولم يكن توانيه في اقتحام الفضاء نتيجة لنقص في قدرات الرجال الذين أناروا الطريق إلى الطيران المداري . وإنما كُن المانع نقصاً في الثقة ، من جانب كثير من العلماء ، بالمهارات ذاتها التي استعرضها روادنا الأوائل أثناء طيراناتهم المدارية — مهارات برهنوا على وجودها بطريقة مسرحية واضحة . فلو أنهم

كانوا يفتقرون إليها لكان مصير سفينة الفضاء التي اندفع بها الرجال خلال الفراغ ، ونصيب راكمها ، اللوت المحقق نتيجة خلل ميكانيكى .

ولقد قام نزاع طويل بين فريقى محبذى الآلة ومحبذى الإنسان من حيث الطريقة التى يجب أن نكشف بها أسرار الفضاء . فقد كان كثير من العلماء ، قبل أن يطير يورى جاجارين ، أوجون جلين ، يدركون إدراكاً قاطعاً أن الأجهزة الآلية ، مهما بلغت من الإبداع ، لن تصل إلى درجات الوثوقية التى يتمتع بها الإنسان . كانوا يدركون أن الأجهزة الآلية لن تستطيع إصلاح خطأ فيها ، أو مواجهة المفاجآت ، وأنها لن تستطيع فى مهمتها التى توكل إليها أن تؤدى إلا أعمالاً مبرمجة فى عقلها الميكانيكى الغشيم .

فلماذا إذن قامت هذه المعارضة العنيفة ، التى كان لها أثرها لفترة ما ، ضد دخول الإنسان فى أجهزة الفضاء ؟ ولم يكن جدل العلماء يدور حول تفوق الآلات على القدرات الفطرية فى الإنسان ، ولكن حول عجزه عن مقاومة القوى والإجهادات العنيفة التى تصحب الطيران الفضائى ، إذ أن ضعفه يتطلب كثيراً من معدات الوقاية . وبذا نكون ، كما يجادل هؤلاء العلماء ، قد عملنا على تحطيم هدفنا من إرسال مركبات إلى الفضاء .

فالإنسان يحتاج إلى قدر كبير من الوقاية ، يستدعى بناء مركبته برمتها ، بحيث يستطيع فيها مواجهة ضروريات البقاء . فماذا تكون النتيجة ؟ كتلة من اللحم والدم تكتظ بمجموعة من الأجهزة الميكانيكية ، ولا تعود علينا إلا بالقليل مقابل إنفاق ضخم من المال والوقت والمعدات .

والإنسان على الأرض ، بعبارة أخرى ، مخلوق لطيف ، ولكنه فى الفضاء مسئولية كبرى . ومن هنا برزت الحاجة إلى مجموعات من الآلات التى تستطيع الكشف عن الإشعاعات والضوء وأمواج الراديو ، وغير ذلك من القوى التى تخرج عن حدود الأمل فى قدرة الإنسان على الكشف عنها .

وقد أدرك العلماء خطورة المشاكل التي علينا أن نتغلب عليها عند بناء أجهزة آلية تمتاز بوثوقية حقيقية . ومع ذلك فقد اقتنعوا بأنه من الأسهل والأصح أن يتغلبوا على هذه المشاكل بدلاً من أن يتحسسوا الخطأ في عطفة الإنسان العاجز الضعيف وهو في الفضاء .

وقد قدم الدكتور جايفورد ستيفر (نائب رئيس قسم الهندسة بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا ، ورئيس اللجنة الاستشارية القومية التابعة للجنة الخاصة للملاحة الجوية الخاصة بتكنولوجيا الفضاء) بشهادة أمام لجنة منبثقة من الكونجرس قال فيها : « إنه لا يعتقد أن الإنسان يستطيع أن يقوم بأي نوع من الطيران الفضائي لفترة طويلة قادمة » . وكانت شهادته هذه بمثابة إلقاء ماء بارد على فكرة طيران سفن الفضاء المحملة بالبشر عندما أضاف « قيل الكثير عن وضع إنسان في الفضاء . على أنى أقصد طيرانات يقوم بها إنسان داخل قمر صناعي ، أو إنسان داخل سفينة قمرية . وفي اعتقادي أنه لا بد من مضي وقت طويل قبل أن تتمكن من تحقيق هذا الهدف .

« وعلينا أن نجري كثيراً من التجارب قبل أن نعرف ما إذا كان من المستطاع أن نرسل الإنسان للفضاء سالماً ، وأن نعيده سالماً . أقول : ما إذا كان من المستطاع . وإني أثق تماماً بأن ذلك سيكون مستطاعاً بمرور الزمن . وإلا فإنه علينا أن نفعل الكثير قبل أن يتحقق هذا .

« ومع ذلك فلدينا سؤال آخر ، كما أشرت من قبل ، عن الداعي لإرسال إنسان إلى الفضاء » .

وقد كرر الدكتور ستيفر كلامه بعد ذلك في بيان رسمي عندما قال : « لم تتأكد حتى الآن من سبب رغبتنا في أن يذهب إنسان إلى الفضاء » .

كما دعا الدكتور سايمون رامو ، رئيس مغاملات تكنولوجيا الفضاء التابع لشركة « رامو - وولد ريدج » ، في مايو عام ١٩٥٨ ، دعا إلى وضع

قيود شديدة على فكرة برامج سفن الفضاء المحملة بالبشر . وقد أوضح الدكتور رامو أن « القوة الدفعية التي يتطلبها أطلس وتيتان تسمح بإطلاق حمولات صافية إلى المدار ، تكفى لنقل الأجهزة المطلوبة لتطير الكلاب في المدار . أما الموقف من حيث طيران سفن تحمل بشراً فيختلف بهض الشيء . فمن حيث قدرة الإنسان على مواجهة مشاكل الفضاء الخاصة ، لدينا بعض الدلائل التجريبية الشظوية والأساس النظرى القوى لفرض قدرة الإنسان على البقاء حياً فترة طويلة من الطيران فى الفضاء . إلا أن ما يحتاجه الإنسان فى الفضاء بصفة عامة ، للبقاء حياً ، وضمان عودته سالماً إلى الأرض أو فى أى مكان آخر يعنى تعقيداً فى الأجهزة وزيادة كبيرة فى الوزن . وهما هى الأجهزة للمعدنية ، التى تصحب القذائف الدفعية عابرة القارات ، هامشية إلى حد ما حتى لأبسط عمليات الطيران الفضائية الحقيقية التى يشترك فيها الإنسان . فهى لذلك فى حاجة إلى شيء من التعديل أو الإضافة » .

وقد أضاف الدكتور رامو أن إرسال إنسان إلى الفضاء فى مقدمة صاروخ عابر للقارات من طراز أطلس يقتضى زيادة فى الحمولة الصافية تعادل مرتبة واحدة من المقدار على القذيفة عابرة القارات . وعلاوة على ذلك فلا بد من الوصول إلى طريقة جديدة لقيادة آلات القذيفة الصاروخية بسبب المعجلات الكبيرة التى لا يتحملها الركاب الآدميون » .

وقد أثبتت الحوادث أن الدكتور رامو يفتقر إلى قدرة التنبؤ التكنولوجى . فبالرغم من التشاؤم الذى بدا فى عبارات الدكتور رامو ورفاقه ، فقد وضعت الخطط فى الولايات المتحدة (وبسرعة أكبر فى الاتحاد السوفيتى) ، لا مجرد إرسال رجل واحد إلى الفضاء بل مجموعات من الرجال فى طيرانات مستقلة . فلم تمض سوى ثلاث سنوات لإشهاراً واحداً على إبداء الدكتور رامو لوجهات نظره حتى أطلق الاتحاد السوفيتى فوستوك ١ إلى المدار ، وفى داخله يورى

جارجارين . وبعد أربعة أشهر أخرى أتم جيرمان تيتوف طيرانه في الفضاء ،
الذى استمر أكثر من يوم كامل . وبعد ستة أشهر من ذلك قام جلين بأول
عملية طيران مدارى بشرى فى برنامج ميركورى .

وإنه لمن المدهش من رجل يتمتع بقدرة عظيمة ، مثل الدكتور رامو ،
أن يحط كثيراً من قدرة قوة احتمال الإنسان ، دون حاجة للكلام عن قوة
الدفع الرافعة التى يولدها الصاروخ أطلس .

فالصاروخ « أطلس - د » ، على سبيل المثال ، لم تلحق به أية مرحلة إضافية
يُدفع إلى المدار سفينة الفضاء ميركورى التى يبلغ وزنها ٣٠٠٠ رطل من الأرطال .
ولم يقتض الأمر سوى تعديل طفيف ليتمكن من إرسال كبسولة ميركورى
إلى الفضاء بوثوقية تبهر الأبصار ، لالعدم إتاحة القوة الإضافية ، ولكن اعدم
ضرورتها . بل إن نفس الصاروخ أطلس فى صورته المعدلة « أطلس - ف »
استطاع أن يدفع إلى المدار حمولة أكبر بكثير مما دفعه سلفه « أطلس - د » .

كما لم يلزم إجراء تعديل كبير فى أجهزة تسيير الصاروخ أطلس ليُدفع
برجل إلى المدار . كما أن المعجلات الكبيرة فى طيران الصاروخ ، التى كانت
موضع قلق الدكتور رامو ، كانت فى حدود تحمل رواد الفضاء . وقد كانت
النهاية العظمى للعجلة ، التى واجهها الرواد فى أية عملية من عمليات الطيران
المدارية التى شملها برنامج ميركورى ، أقل من « ٨ ج » أو ثمانية أمثال
الجاذبية الأرضية .

ومن الأسباب التى أدت إلى وقوع الدكتور رامو وكثير من رفاقه
فى الخطأ فى تنبؤاتهم اعتقادهم فى أن القوى التى تؤثر على الراكب البشرى
فى سفينة الفضاء من نفس النوع الذى يواجهه قائد الطائرة .

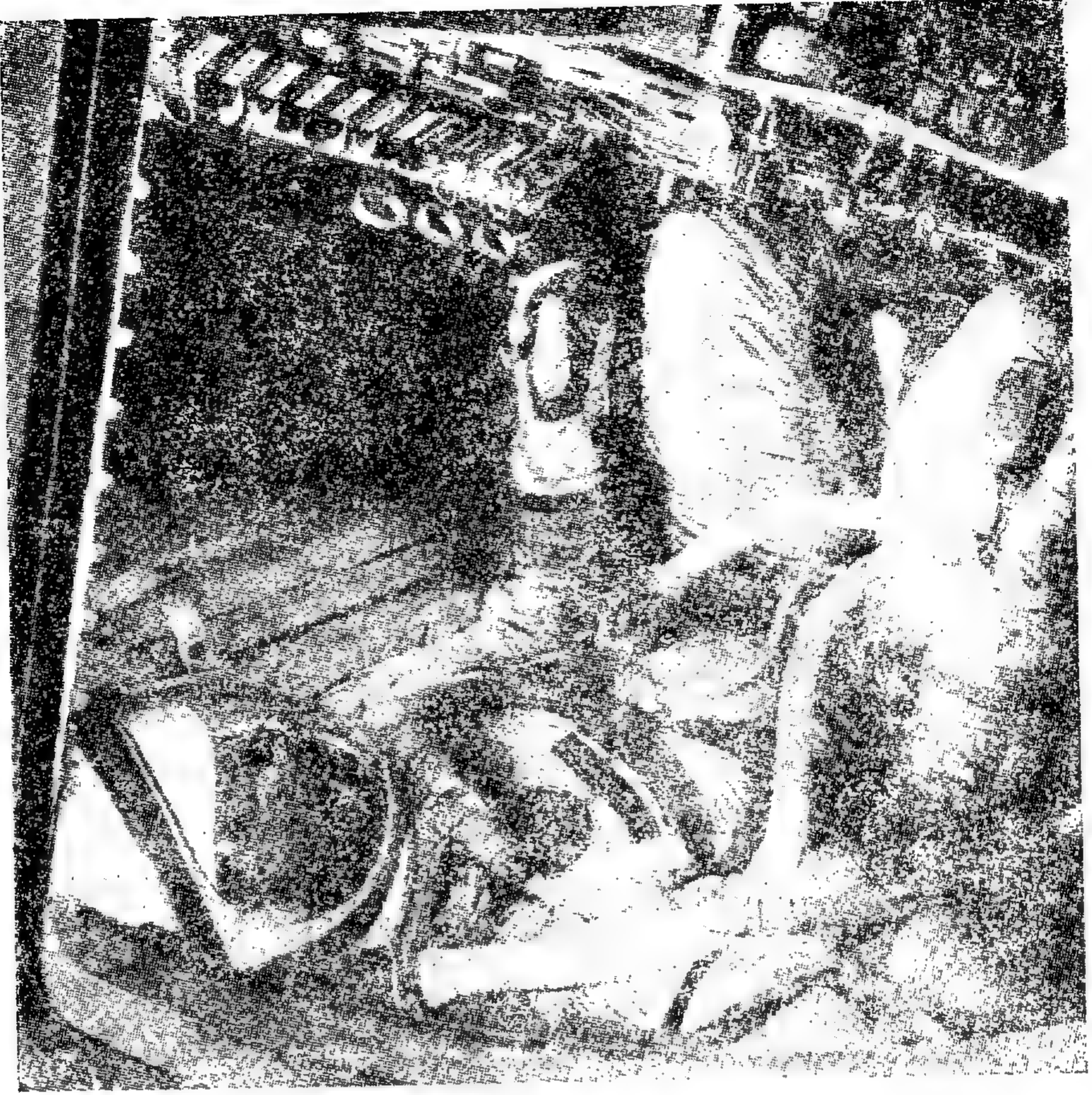
فالطيار الذى يندفع بمجلة قدرها « ٨ ج » فى طائرة مقاتلة مثلاً ، سرعان
ما يحس بالمتاعب تحمل به . إلا أن الرجل الذى نال قسماً كبيراً من التدريب

يستطيع بسهولة أن يتغلب على « ٨ ج » دون أن يلاق صعوبة جدية إذا كانت فترة العجلة قصيرة. ولكن ماذا يحدث إذا استمرت « ٨ ج » لفترة زمنية طويلة ؟ هنا تبدأ المتاعب .

فما بين القلب والمنخ يتمدد عمود من دم شرياني يبلغ طوله حوالى قدم واحد . يدفع القلب هذا الدم الفنى بالأوكسجين إلى أعلى نحو العينين والمنخ . فإذا كان الإنسان جالساً وتعرض لعجلة قدرها « ٨ ج » فى خط يمر خلال جسمه (العجلة الموجبة تتجه إلى أسفل من رأسه إلى نهاية السلسلة الفقرية) ، وأثرت عليه هذه العجلة لمدة عشرين أو ثلاثين ثانية ، فقد الإنسان قدرته على البصر . إذ يحجز القلب عندئذ عن ضخ الدم الذى يزن ثمانية أضعاف وزنه العادى . فإذا لم يصل هذا الدم وما يحمله من أوكسجين إلى العينين توقف الإبصار بسرعة . إلا أن الإنسان يبقى متمتعاً بوعيه ، ولكنه يعانى من الإعتماد إذ تتحول الدنيا إلى اللون الرمادى ، ثم إلى الأسود . وهو بذلك يكون قد أصيب بالعمى المؤقت . ولا يلبث المنخ بعد فترة وجيزة أن يشكو من نقص الأوكسجين ، فيتوقف عن العمل ، ويفقد الإنسان وعيه تماماً .

ولا بد للطيارين أن يقاوموا قوى جذبية عالية فى وضع الجلوس . فلو أننا أخذنا قرة طائرة مقاتلة ووضعناها ببساطة داخل كبسولة فضائية ، لتحققت مخاوف الدكتور رامو فى لحظة . فإذا اضطر إنسان أن يقاوم عجلة قدرها « ٨ ج » أو « ١٠ ج » مدة دقيقتين تحت الظروف العادية فى الطائرة المقاتلة فليس هناك أدنى شك فى أنه سيوت أو يصاب بشلل خطير . فلم يصمم منخ الإنسان ليبقى حياً هذه الفترة الطويلة بدون الدم والأوكسجين .

إلا أنه ليس هناك ما يلزم الإنسان بالجلوس فى سفينة الفضاء أثناء الفترات التى تظهر فيها العجلات الكبيرة . فإذا أخذنا القيم القديمة ، وحاولنا ببساطة أن نمش تحت الظروف الجديدة بهذه القيم ، كان من السهل علينا أن نقع فى المتاعب .



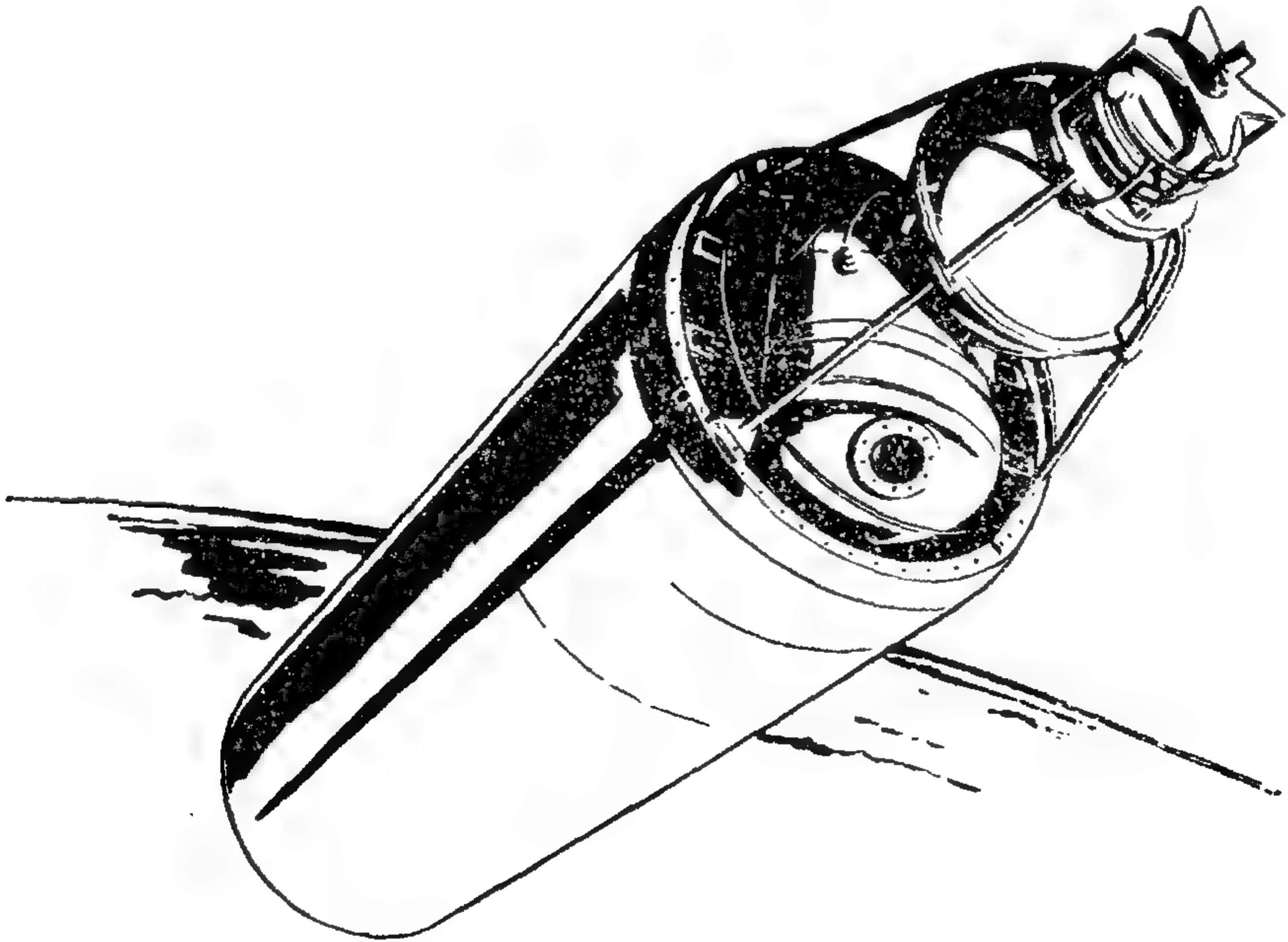
(شكل ٦)

رائد الفضاء جوردون كوبر في وضع شبه استلقائي
داخل سفينة الفضاء مير كوري

ولهذا لا يذهب رواد الفضاء إلى المدار وهم جلوس فهم يضطجعون في وضع شبه استلقائي وسيقاتهم مرفوعة ، وأجسامهم في وضع تمتص فيه قوى العجلة من مقدمة الصدر إلى الظهر . وفي هذا الوضع لا يضخ القلب الدم إلى أعلى ، فلا يضطر إلى مقاومة قوة الجاذبية ، ولا حتى قوى العجلات الكبيرة على النحو الذي لا بد منه في حالة الجلوس . فالدورة الدموية تجري في مستوى أفقي ، وتستمر الدورة دون صعوبة تحت ظروف قد تؤدي إلى قتل الإنسان الجالس . ومن أجل هذا غيرنا وضع جسم الإنسان في مركبة الفضاء التي كلف بتطويرها .

وما كان مميتاً أصبح كامل الأمان والمقبولية. وأصبح الاختلاف على البقاء (من حيث العجلة) لا يعدو هذا .

وقد كان هناك بالتأكيد آخرون كثيرون نددوا باقتراحات وضع برنامج ضخيم للطيران الفضائي في سفن تحمل بشراً . وفي مايو من عام ١٩٥٨ وصل مستقبل الطيران الفضائي البشري إلى معبر حرج . ففي هذا الشهر استدعى أكبر الثقة تكنولوجيا الطيران وصناعة الصواريخ والطب أمام لجنة خاصة انبثقت من الكونجرس ، عبروا أمامها عن وجهات نظرهم وأجابوا على آلاف الأسئلة التي وجهت إليهم من الأفراد الذين كان عليهم أن يدلوا بأصواتهم عن سلامة برامجنا الفضائية القومية . وكانت روسيا في هذا الوقت قد أرسلت قمراً صناعياً إلى المدار يزن ١٢٠ رطلاً (سبوتنيك ٢) ويحمل السكينة لا يكا . حتى صاروخه الذي كان يبلغ طوله حوالي ٧٠ قدماً ، وربما كان وزنه يبلغ أربعة أو



(شكل ٧)

سبوتنيك « ٢ »

سته أطنان ، هو أيضاً أتخذ له مداراً . وقد كانت بشائر نجاح الاتحاد السوفيتي وفشل الأمريكيين في ساساة من العماليات ، فيما عدا عمليات قليلة أطلقنا فيها أولى أقمارنا الصغيرة ، دافعاً لكفاح ممثلينا المتجبن لتعديد ما يجب أن تكون عليه سياسة الولايات المتحدة إزاء الكشف عن أسرار ما وراء هذا العالم .

وإنه لمن المدهش ، بهذه المناسبة ، أن نرى عدداً كبيراً من المعلمين ينظرون إلى برنامج الفضاء البشري بعين الشك بالرغم من النجاح المشهدي الذي أحرزه رواد الفضاء الأمريكيون والروس . حتى أولئك الناس الذين اقتنعوا بأن الإنسان يستطيع العيش كانوا يرون أن بقاءه حياً لم يكن يستحق كل هذا المجهود الذي كانوا ينظرون إليه على أنه مضيعة جسيمة للوقت والمواهب .

وقام فريق من الكونجرس بسؤال الليجور جنرال دالي ، مدير إدارة البحث والصناعة بحيش الولايات المتحدة ، عن المدة التي يتطلبها بناء وحدة كاملة تشكون من صاروخ وسفينة فضاء في وسعها أن ترسل إنساناً في عملية طيران يقطع فيها عدة آلاف من الأميال عبر القارات لا في مدار حول الأرض . فاجاب الجنرال قائلاً إنه لو أن البرنامج كان يهدف إلى هذا الهدف بالذات فقد يحتاج الأمر إلى « خمس أو عشر سنوات » . ومع ذلك فلم تمض أربع سنوات بعد ذلك حتى كان جون جلين يطير في مدار حول الأرض .

وقد كان الدكتور لي دوبريدج ، رئيس معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا وأحد علماء العالم الذين يحظون بقدر عظيم من الاحترام ، كان يعارض بصفة خاصة وضع برنامج قومي لإرسال إنسان إلى الفضاء . وقد أجاب على أسئلة أقيمت عليه فقال :

« ليس من المنظور أن نضيف إلى المعرفة العلمية شيئاً عندما يسافر الإنسان إلى الفضاء . وعلينا أن نتساءل أولاً عن الغرض من وضع إنسان في سفينة للفضاء . فهل هو مجرد منح هذا الإنسان فرصة للركوب للقيام ببعض الألعاب البهلوانية؟

فإذا كان هذا، فعلينا أن نكون أمناء في تصرفاتنا، ثم نقرر بعد ذلك كم تساوى هذه المخاطرة في نظر دافعي الضرائب .

« فهل المقصودُ به أن يُشغل الأجهزة العلمية أو يأخذ الأرصاد العلمية ؟ فإذا كان هذا ، فلا بد لنا من أن نتساءل عما إذا كانت الأجهزة العلمية تستطيع ، دون مساعدة من الإنسان ، أن تؤدي نفس المهمة بنفس الإتيقان مقابل تكاليف أقل مما يتطلبه وجود الإنسان . وسنجد في كثير من الأحوال أن الإنسان لم يسهم ، إذا أمهم فعلاً ، إلا بالقليل فيما تستطيع الأجهزة أدائه بمفردها... » .

ومن الصعب أن نذكر الآن ، بعدما شاهدنا النجاح المشهدي الذي أحرزته طائرات الفضاء البشرية ، وما أدت إليه من إنجازات علمية ، أن بعض علماء البارزين كانوا إلى عهد قريب جداً يتمسكون بالشك في قيم الإنسان .

وربما كان هذا — من ناحية ما — إحدى الجوائز الكبرى التي منحت للبرنامج وهو بعد جنين ، للاستمرار في إرسال الإنسان إلى الفضاء والسماح له بالبقاء هناك فترات متزايدة ، وكان في كل مرة يثبت قدراته وقيمه بكل وضوح . فقد بدأنا عصر الفضاء في وقت كان الإنسان فيه موضع شك خطير . فقد قاسينا من تساؤلات خطيرة حول مزايا الإنسان في أداء المهمات العلمية في الفضاء . وكنا نتساءل علاوة على ذلك عن المرونة المدهشة والأداء الممتاز اللذين أظهرهما الإنسان المدرب الماهر في ظروف قاسية وطوارئ لم تكن في الحسبان .

وإنه لما بطرب أن نرى كثيرين كانوا على خطأ في نظرتهم إلى الإنسان الذي أنار الطريق للعوالم الجديدة . وإن الأمر ليبدو كما لو كنا ورثة لدهشة من موجة تتحطم ، تمثل في ثقتنا بالإنسان التي كشفناها حديثاً . فإذا كان قد برز شيء من هذه الغزوات الأولى للفراغ الواقع فيما فوق كوكبنا ، فهو أن الإنسان يتمتع بمؤهلات وقدرات أكثر وأعظم مما كنا نأمل أن تراها فيه .

فإذا كانت عمليات الطيران التي قام بها روادنا الأربعة الأوائل في الكبسولة ميركوري قد أوضحت شيئاً ما ، فهو أننا وضعنا نهاية لهذا الجدل الذي يدل على قصر في النظر من أناس كانوا يعتقدون أن الإنسان سيكون مخلوقاً بئساً لا حول له ولا قوة إذا ما تعرض لبيئة جديدة عليه ، أو إذا ما اعترضه شيء لم يكن يتوقعة ، وخاصة إذا كان تحت تأثير إجهادات عنيفة . وربما كانت أعظم النتائج التي كسبناها من عمليات طيراننا الفضائية الأولى — مع كثرة ما تعرضت له من حوادث الخلل — هي أننا أثبتنا ، بما لا يقبل أدنى شك ، أن الإنسان هو مفتاح النجاح في أي استكشاف فضائي .

ويرجع هذا النجاح إلى القدرة الفريدة والخاصة للعادة التي يمتاز بها الإنسان ، ألا وهي قدرته على اتخاذ القرارات .

فماذا حدث لروادنا (ولرواد الاتحاد السوفيتي) عندما تعرضوا لقوى التسارع أو التباطؤ العنيفة ؟ إنهم لم يتحملوا هذه القوى فحسب ، ولكنهم أدوا وظائفهم بمنتهى الدقة أثناء الضغوط القاسية التي تعرضوا لها .

إلا أننا كنا ، فوق هذا كله ، في قلق من حيث انفعالاتهم الفسيولوجية والسيكولوجية لانعدام الوزن . فهناك مشاكل طويلة المدى تصحب ظروف انعدام الوزن الذي يبقى مدة طويلة . ولكن يبدو أنه لم تتجسم مشكلة واحدة من المشاكل التي كنا قد توقعناها لروادنا الأوائل في الفضاء .

وقد أتيت الفرصة لغالبيتنا أن نستمع إلى وصف الأداء المشرف الذي قام به روادنا وهم يمرون بسفنهم حول الأرض بسرعة تقرب من خمسة أميال في الثانية . وقد كانت رباطة جأش هؤلاء الرجال تحت ظروف الخطر الداهم ، وما كان ينذر به من موت وشيك ، كانت أكثر من مذهلة . كانت نتيجة باهرة لقدرة الإنسان على تحمل أسوأ الظروف مجتمعة ، وأداء وظيفته بمهارات تفوق أقصى ما كنا نأمل فيه . فلما ظهر خطر الموت تحت هذه الظروف ، كما حدث

في غالبية عمليات الطيران الفضائية بسبب خلل في بعض المعدات ، قام روادنا الأوائل بأداء واجباتهم الفنية الدقيقة بهدوء تام أذهل الملايين من الناس في كل مكان .

وقد كان جون جلين أول من واجه سلسلة من الحوادث الخطيرة وهو في الفضاء بسبب خلل أصاب بعض المعدات . ويبدو لنا أن هذا الحادث وقع منذ زمن بعيد ، ولو أنه لم يحدث قبل فبراير ١٩٦٢ ، عندما كان ملايين الناس ينتظرون بقلق وصول أخبار من أول رائد من روادنا يطير في مدار حول الأرض . وذلك عندما طرأ خلل في جهاز الاستقرار في سفينة جلين الفضائية ، وجاءت رسالة خاطئة مفزعة تقول إن الدرع الحراري للكبسولة قد تفكك من قوائمه ، وأن هذا سيؤدي قطعاً إلى تحطيم السفينة وحرقها وقتل قائدها .

ولم يقع هذا للجلين وحده بالطبع ، بل حدث أيضاً لكاربنتر الذي واجه بعض المشاكل التي وقعت لسفينته الفضائية . أما شيرا فكان قد طار في سفينة بديعة ، إلا أن مشاكله كانت تخص معدات الإبقاء على الحياة . وكانت مشكلة كوبر في مرحلة العودة إلى جو الأرض التي كان العلماء قد تنبأوا بعدم إمكان إنجازها إلا بواسطة أحدث الأجهزة الميكانيكية والإلكترونية . واستغنى كوبر عن أجهزته عندما طرأ عليها الخلل ، واضطر لإتمام عملية تطير السفينة بالوسائل اليدوية والبصرية إلى محيط الهواء ، مما اعتبر من أروع الدلائل على مهارة الإنسان عندما ظهر أن عودته إلى الأرض كانت أدق عملية هبوط تمت في طيرانات ميركوري .

ويشهد هذا كله بتحمل الإنسان وشجاعته ومهارته . فماذا نرى في منافسة الإنسان للأجهزة والمعدات العلمية في كشف أسرار الفضاء ؟ كيف يتبارى الإنسان مع الأجهزة الإلكترونية والأوتوماتيكية ؟

وكنا ، قبل أن نرسل بروادنا إلى المدار ، قد دفعنا بمئات من الآلات إلى

الفضاء داخل عشرات من الأقمار الصناعية الصغيرة والكبيرة. فلم تقم أى واحدة من هذه المركبات ، مع ما أعدت به من آلات ، بتسجيل ما رآه روادنا الأوائل وأطلق عليه منذ ذلك الحين « ظاهرة جلين » . وهو عبارة عن الجسيمات المضيئة التى كانت تسبح مع كبسولة جلين ورآها بالآلاف ، والتى أدهشنا جميعاً أن تكون قشور ثاج الفضاء المضيئة. وقد رآها رواد الفضاء الأمريكيون والروس فى عمليات الطيران المدارية الأخرى ، بينما عجزت جميع الأجهزة عن كشف هذه الجسيمات الصقيعية والثلجية التى لم نكن نتوقع وجودها ، فظل علماءنا ، لفترة ما ، يعتبرونها ظاهرة مذهلة غير معروفة لم نكن نتوقعها بتاتاً. وقد ظلت مصدر عاصفة من الجدل بين كثير من العلماء حتى أتيح لرائد آخر أن يذهب إلى الفضاء ويثبت مصدرها وتركيبها . وقد أدى ما ظهر على الأجهزة والآلات من صفتى العمى والصمم تجاه آلاف من جسيمات البخار المتجمد إلى قلق جميع العلماء . فاجتمع عدد كبير منهم فى غرف المؤتمرات وتصايحوا بعضهم مع بعض حول مصدر هذه الجسيمات وتركيبها . فجاء بعد ذلك سكوت كارينتر الذى ذهب إلى الفضاء وتقر بيده بالصدقة على جدار سفينة الفضاء ، فشاهد رذاذاً من هذه الجسيمات المضيئة ينتثر مبتعداً عنه .

تجربة علمية ينقر فيها رجل بمفاصل أصابعه على جدار كبسولته الفضائية نتج عنها تنافر جسيمات لامعة تبتعد عن السفينة . فكان حبه للاستطلاع أمراً اقتضى تكرار العملية ...

وقام بإجراء مزيد من النقر على الجدار الداخلى للكبسولة ، فتطايرت رشاشات أخرى من الجسيمات المضيئة من الجدار الخارجى ، ووصلنا بذلك إلى حل تفسير ظاهرة علمية !

وقبل أن يذهب روادنا إلى المدار ، وفى الفترة التى كانوا يطيطون فيها فى الفضاء ، قامت الأقمار الصناعية ، من طراز تيروس ، بإرسال عشرات

الآلاف من الصور إلى محطات الاستقبال على سطح الأرض . وقد ساعدت هذه الصور على وضع خرائط للطقس وزيادة معرفتنا بقدر هائل عن طريقة العمل في مصنع الطقس ، ألا وهو جو الأرض . إلا أنه من الحقائق أيضاً أنه لو أن تيروس كان قرأ صناعياً أرسلناه لدراسة الأرض من الفضاء ، سعيًا منا في تحديد ما إذا كانت على سطح هذا الكوكب حياة تمتاز بالذكاء ، لخذلنا هذا القمر . فقد تمت دراسة أكثر من ١٠٠.٠٠٠ صورة داخل آلات التصوير التي يحملها القمر ، قدمت لنا صورة « واحدة » منها دليلاً على وجود حياة ذكية خلاقة من نوع ما بالكشف عن وجود معالم صناعية على سطح الأرض . وقد طُلب من روادنا أن يقوموا بدراسة السحب ، أحجامها وتشكيلاتها . فلماذا كان هذا بعد أن كنا قد أرسلنا هذا العدد الكبير من الآلات للقيام بنفس المهمة ؟

ذلك لأن العين البشرية تتمتع بإعداد أدق وأفضل بكثير من أحدث الأجهزة البصرية الصناعية . وقد أثبتت الحوادث ما دعا علماء الطقس إلى أن يتعاونوا مع رواد الفضاء في برنامج للاستفادة إلى أقصى حد ممكن من الرجال والآلات والأجهزة المؤلفة من الرجال والآلات مجتمعة .

ولنكتفِ بالكلام عن أول رائد للفضاء طار في مدار ... جون جلين الذي قدم تقارير عن تشكيلات السحب وأنواعها وارتفاعاتها وخواصها . فقد قدر ارتفاعات السحب بالظلال التي كانت تلقيها على سطح الأرض . كما أبلغ وهو ينطلق فوق العواصف الشديدة عن منظر مذهل — الخطوط المومضة التي تنتشر في مسارات البرق .

وقد علمتنا أرصاد جلين التي أخذها في الساعات القلائل من طيرانه في الفضاء ، التي تعتبر رحلة العصر التي أنارت الطريق ، علمتنا عن دراسة السحب من الفضاء أكثر مما تعلمناه من الأقمار الصناعية المحملة بالآلات ، والتي كنا قد

أرسلناها للفضاء قبل رحلة جلين . وقد أضاف رواد الفضاء اللاحقون كثيراً عن هذه الأرصاد ، كما اختبروا معدات خاصة ، وعادوا بصور فوتوغرافية واضحة بصورة مذهلة .

لقد أبلغوا عن وجود ألوان في الفضاء عجزت آلات التصوير عن التقاطها ، كما أطلقوا لنا سلسلة كاملة جديدة من الدراسات .

وقد شهد روادنا ضوءاً متوهجاً وجميلاً وغريباً عبر الأفق الأرضي ، ضوءاً لامعاً أزرق أو برتقالياً . وقد أذهل هذا ، في حد ذاته ، كثيراً من العلماء ، فإن واحدة من آلات التصوير أو غيرها من الأجهزة لم تبلغ أو تشر إلى إمكان وجود مثل هذه الحزمة من الضوء . ولم نستطع أن ندري عن هذه الظاهرة شيئاً حتى شهد الرجال بعيونهم ما لم تسجله مئات الآلات .

فقد حدى روادنا بنظرهم إلى أسفل ناحية الأرض وشهدوا أفق هذا الكوكب وميزوه بوضوح . واهتم العلماء مرة ثانية بظاهرة جديدة إذ أنهم لم يكن في وسعهم أن يتنبأوا عن مظهر الجانب المظلم من الأرض عندما يشاهد من أعالي الفضاء . وقد أثبتت الآلات عجزها عن الكشف ، ولن نقول الدراسة ، عما أبلغ عند رائد الفضاء الأول بتفصيل يكفي لتغيير مفاهيم العلماء عن الظاهرة الجوية .

فقد قرر جون جلين أنه « خلال الرحلة ، من أولها إلى آخرها ، لم تعترضني أية صعوبة في رؤية الأفق . فقد كانت الأرض أثناء النهار لامعة أمام خلفية مظلمة من الفضاء . وكان الأفق واضحاً ومحدوداً . أما بالليل قبل أن يشرق القمر فقد بقي الأفق واضحاً أمام خلفية من النجوم . وبعد أن يشرق القمر (الذي كان كان بديراً أثناء هذا الطيران) كانت الأرض مضاءة إضاءة كافية تسمح برؤية الأفق واضحاً » .

وعلم الفلك أقدم علوم الأرض كلها . إنه علم يتمتع بوفرة من مختلف أنواع

الآلات والأجهزة الخاصة تمكنتنا من الكشف عن أعماق الفضاء السحيقة . إلا أنه من الواضح أن حواس الإنسان وعقله ، والطبيعة الفريدة التي يتمتع بها من قدرة على تحليل الأشياء والحكم عليها ، هي عناصر آلات البحث الخارقة للطبيعة . ولسنا بحاجة ، مرة أخرى ، إلى أن نتحدث عما بعد عملية الطيران البشرية الأولى لئلا نرى مباشرة المدى الهائل لقدرة الإنسان على المشاهدة ، التي توضحها هذه النبذة للأخوذة من التقرير الرسمي لجون جلين عن رحلته التي قطع فيها ثلاث دورات حول الأرض :

« تبدو الشمس تامة الاستدارة وهي تقترب من الأفق . وتحفظ بمعظم تماثلها حتى قبل أن تختفي آخر شريحة منها . والأفق يلمع بشدة على جانبي الشمس ، فإذا هبطت الشمس إلى مستوى هذا الشريط اللامع من الأفق ، بدت وكأنها تنتشر ناحية جانبي النقطة التي تغرب فيها . وقد التقطت صورة بالآلة الفوتوغرافية لتفلطح الشمس في اللحظة التي تسبق الغروب . وهي ظاهرة تجنب اهتمام الفلكيين .

« وبينما تتحرك الشمس نحو الأفق ، يتحرك ظل أسود من الظلمة عبر الأرض حتى يظلم السطح كله ، فيما عدا الشريط اللامع عند الأفق . ويزيد لمعان هذا الشريط بدرجة هائلة في اللحظة التي تغرب فيها الشمس . ثم لا يلبث مع توالي الزمن أن يتحول لونه إلى البرتقالي اللامع ، ثم يخبو بالتدريج إلى اللون الأحمر ، فالألوان الداكنة ، إلى أن يصل في النهاية إلى الأزرق ثم إلى الأسود . وقد أدهشني شيء واحد ، هو المسافة التي يمتد إليها الضوء على الأفق على جانبي النقطة التي تغرب عندها الشمس . . . وفي اعتقادي أن العين تستطيع أن ترى من ألوان غروب الشمس أكثر مما تلتقطه الآلة الفوتوغرافية . وقد استرعى اهتمامي طول الوقت الذي بقي فيه الشفق المداري . فقد كان الضوء مرئياً على الأفق لمدة أربع أو خمس دقائق بعد الغروب ، مما يعتبر وقتاً طويلاً

إذا أخذ في الاعتبار أن غروب الشمس كان يحدث ثمانى عشرة مرة في اليوم الواحد .

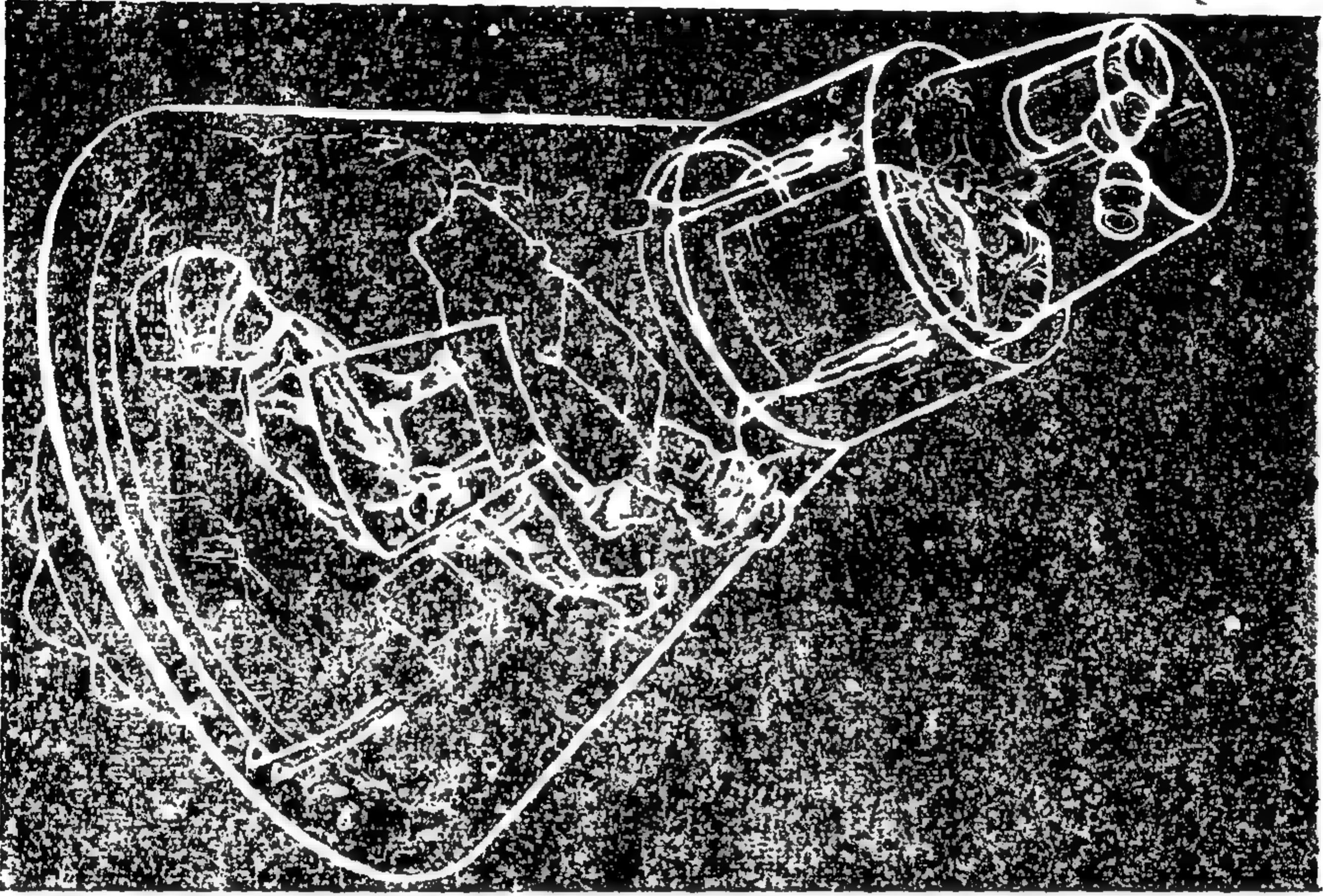
وبهم البرنامج الأمريكى لإنسان فى الفضاء بأ كبر من نصيب فى هذه الأيام فى تقدم تطوير الوسائل والمكينات الخاصة بنقل الإنسان من الأرض.. فلم تقتصر اختباراتنا على أجهزة النقل (الصواريخ ووسائل التوجيه) وحدها ، لكنها شملت كذلك علاقة الرجل بهذه الأجهزة ، مما يمكننا من تقييم أداء المركبات والرجال ، ثم أداء الجهاز المؤلف من الرجل والماكينة كوحدة متكاملة. على أن مفتاح هذه الاختبارات والتطويرات هو أن تطوير أجهزة النقل وكمال أدائها ليس هو نهاية المطاف فى حد ذاته . فإن هو إلا مرحلة جديدة من تمهيد الطريق نحو أنشطة المستقبل التى نستطيع فيها استغلال القدرات الفريدة ، التى يتميز بها الرجال الذين يقومون بالتجارب وأخذ الأرصاد ، استغلالاً أفضل فى البيئة الفضائية .

فما هو المركز الذى نكافح من أجله ؟ ألقى أنه لا توجد إجابة واحدة . أما إذا اضطررنا إلى أن نغامر بتحديد لهذا المركز فإنما يكون بمثابة مجرد خلق ظروف يستطيع الإنسان فيها إجراء كشف كامل متقن . وهذا يثير فى الحال ، طبعاً ، السؤال التالى : ما هو الكشف المتقن ؟

وهذا سؤال تسهل الإجابة عنه . فهو كشف تتاح فيه أعظم مرونة ممكنة لمواجهة ظروف مجهولة وحوادث لم نكن فى الحسبان . وهو بالاختصار - الإنسان . وقد أتاحت الإجابة للرجال الذين هم على شاكاة جون جلين ، وما نقوم به الآن إن هو إلا التعجيل فى إعداد استنتاجاتنا، وها هو جلين يُجمل هذا ببراعة فى عبارته :

« لقد أركبنا الإنسان قائداً لسفينة الفضاء . ونستطيع الآن أن نتخلص من بعض المعدات الآلية .. وليتولى الإنسان المهمة بنفسه ».

وقد تتضح الثقة المتزايدة في قدرات الإنسان في الفضاء على أحسن صورة إذا قمنا بإجراء مقارنة بين الأجهزة الإلكترونية الآلية وبين استخدام أقلام الرصاص. وقد كان برنامجنا الأول لسفينة الفضاء المحملة بالبشر، برنامج ميركوري، منذ البداية، تعبيراً عن خذلان الإنسان المشترك فيه. كان محاولة لوضع الإنسان



(شكل ٨)
كبسولة ميركوري

في البيئة الفضائية، بينما بدا في نفس الوقت أنه صُمِّم بحيث يقوم بعمل كل ما يُنقص من دور الرجل كمساهمٍ فعالٍ في العملية . وقد شكّا أكثر من مهندس ، بمرارة ، من أن برنامج ميركوري قد صمم منذ البداية لكي يفشل . فقد توقع فشل الإنسان في أن يسهم بنصيب فعال في عمليات الطيران القادمة في الفضاء . ولهذا كان تصميم سفينة الفضاء ميركوري وجميع أجهزتها بحيث تكون لها « القدرة الآلية الكاملة » . وكان هذا اعترافاً بتفوق الآلة على الإنسان الذي لم يكن سوى راكب عادي .

وقد تمكنا بفضل معجزات الثمينة من ضغط معدات سفينة الفضاء ميركوري ، إلى الحد الأدنى ، مما ساعد على صنع سفينة للفضاء على هيئة جرس لا يزيد عرضه على ستة أقدام وطوله على تسعة أقدام ، ووزنه على وزن طائرة خاصة صغيرة . ولم يزد حجمها في الداخل عن حجم كشك التليفون . فخرجت بذلك سفينة بعيدة كل البعد عن سفينة الفضاء التي كنا نتخيلها من سنين طويلة .

فسفينة الفضاء ميركوري صغيرة بدرجة مذهلة بالنسبة لما أنجزته من أعمال تعتبر معجزة العصر . ولا شك أنها ستعتبر مع مرور الزمن إعجازاً متزايداً .

على أن التفكير في طريقه حشر إنسان في حيز ضيق مزدحم بالأجهزة ، وفي نقله من الأرض إلى قمة بركان مشتمل هو الصاروخ أطلس ، وفي المروق حول الأرض بسرعة ٥٠٠ ميلاً في الدقيقة ، ثم في العودة للفضاء في جو يتعداه بحرارة تصل إلى ١٠٠٠ درجة فهرنهايتية ، كل هذا نوع من العنف يهرب منه الناس جميعاً بأقصى سرعة ممكنة . ومع هذا فهو نفس الشيء الذي فعله روادنا عن طيب خاطر في طيراناتهم السابقة . لقد فعلوا كل هذا (وتعرضوا مائة مرة لخد السيف القاتل) في سفينة للفضاء بلغت العناية في تصميمها حداً لا يمكن معه اعتبارهم زواراً غير مرغوب فيهم .

وقد وجه العلماء الإنسان ، منذ اللحظة التي فكروا فيها في سفينة للفضاء على هيئة كبسولة ، نحو الخزي بوضعه في مقعد السائق الخلفي ، وركزوا كل مسئوليات الطيران في الأجهزة الإلكترونية والأوتوماتيكية التي زودت بها السفينة ، بحيث يكون الإنسان فيها بمثابة الراكب السلبى ، أو بعبارة أقل تأديباً ، بمثابة فأر التجارب البشرى والسائح المتفرج . فقد كان عدد كبير جداً من العلماء — كما رأينا — يعارضون منذ البداية برنامج «الإنسان في الفضاء» باعتقاداً منهم أن الإنسان لن يستطيع تحمل مشاق الطيران الفضائي ، فلما اضطروا إلى قبول وجوده في الفضاء ، تغلبوا على هذا الوجود نفسه بتزويد سفينة الفضاء

بوفرة مقرحلة باهظة التكاليف من الأجهزة الأوتوماتيكية تعاوشها أجهزة أوتوماتيكية أخرى. فقد أيقنا، قبل أن نبدأ عمليات الطيران المدارى، ما يزيد على ١٦٠ مليوناً من الدولارات لمجرد صنع هذه السفينة الصغيرة، وكان معظمها لحماية الإنسان الذى أصر العلماء على أنه عاجز عن حماية نفسه. ولما كان الإنسان يعتمد كلياً على الماكينة، كان على الماكينة أن تضمن بقاءه أيضاً.

وقد تحدث العلماء المعارضون للإنسان عن أخطار العجلة، وتدمير الضاروخ وانعدام الوزن، والأشعة الكونية، وطوفانات الإشعاع الشمسى، ومائة من الظروف القاتلة « الأخرى. وكان الحق يقرب على تصرفاتهم وأعمالهم، لاعتقادهم أن وضع الإنسان فى أية سفينة للفضاء إنما هو مضيعة للوقت والمال والموهبة والوزن (وجميع هذا كان من الممكن استغلاله بطريقة أفضل فى وضع مزيد من الأجهزة). إلا أنه كانت هناك أسباب مفتحمة لهذه الآراء، تستدعى إرسال الإنسان للفضاء، حتى ولو كان الأمر مقصوراً على مجرد ركوب السفينة واستغلاله بمثابة فار للاختبار تجرى عليه بعض التجارب الطبية. فقد كنا فى حاجة إلى معلومات عن جسم الإنسان وهو يتعرض للقوى والإجهادات التى يواجهها فى أية عملية فضائية. كما أن فكرة الاحتفاظ كلية بالكشف عن أعماق المجموعة الشمسية للآلات دون غيرها لم تكن تتفق مع اعتقاد أقلية من العلماء فى قدرة الإنسان على أن يكون القلب النابض فى أى جهاز فضائى. إلا أنهم لسوء الحظ اضطروا إلى الخضوع لرأى الغالبية، فحضنوا الرواد الأوائل فى رحم واق تتوفر فيه الأجهزة الإلكترونية والميكانيكية.

وقام المهندسون بصناعة بدلة عجيبة للإنسان يلبسها عندما يلقى به فى بيئته الجديدة، الفضاء. وقد تكلف صنع بدلة الضغط هذه، وما زودت به من معدات ما يزيد على مليون من الدولارات. ومن الغرابة بمكان أنها جعلت من الإنسان مخلوقاً أقرب منه فى أى وقت مضى إلى كائن حى قابع فى الرحم التكنولوجى.

وتتصل البذلة بأجهزة الإبقاء على الحياة التي زودت بها السفينة خلال خراطيم وأسلاك تعد بمثابة الأحبال السرية لعصر الفضاء .

ومن البديهيات أنه لو أن خلافاً ، بينهما قل شأنه ، أصاب هذه الأجهزة ، لتعرض الراكب البشرى إلى نقص في مستلزمات الحياة ، وتحول الزخم إلى قبر يلقى فيه مشواه ..

والتاريخ شاهد على ذلك . فقد اختلت الأجهزة بنوا الأجهزة في سفينة الفضاء .
فها هي أجهزة التحكم النفاثة الرد فعلية قد قذفت بالرداذة ، فكان لابد من إيقافها عن العمل حتى تسمح ليد الإنسان الراكب في سفينة الفضاء أن يقتنص النجاة من الخطر المهدق . كما أبرقت إشارات خاطئة تنذر بالمهلك المحتوم ، واضطر العلماء على الأرض إلى الرجوع إلى المعارضين للتأليه واتخاذ قرارات فورية تعتمد في تنفيذها اعتماداً كلياً على قدرة الإنسان على أن يتفقد بجلده . وتفككت أجهزة الاستقرار وانتقلت الجيروسكوبات ، وأغلقت الصمامات في الوقت الذي يجب أن تكون مفتوحة فيه ، والأجهزة الضابطة سدت لزيادة طفيف في نقط زيت التشحيم ، كما أن أجهزة التوقيت توقفت عن العمل ... وبالاختصار كانت قائمة حوادث التحلل طويلة بدرجة مفرغة .

وقد أثبتت عمليات الطيران واحدة بعد الأخرى ، صحة ما كان ينادى به أقلية من العلماء . وأصبح لازماً أن يقوم الراكب السلبي على الفور بدور جديد ، وإلا كانت النتيجة الموت المحقق . وما هو الدور الجديد ؟ الوضع الذي يسمح له باتخاذ القرار الأول ، والتحكم الأول ، مع إهمال الأجهزة الأوتوماتيكية التي أصابتها التهمة والتفتنة والتحلل .

وعندها لم تعد الاحتفالات تنائر أكوام الورق بشكل يشير الفوضى في شوارع المدن الأمريكية ، وفتحت كتب التاريخ صفحة جديدة . وبقيت حقيقة لا يمكن الهرب منها . فقد كنا نبخس من قدرات أروع جهاز عرفناه للتحكم — ألا وهو الإنسان نفسه .

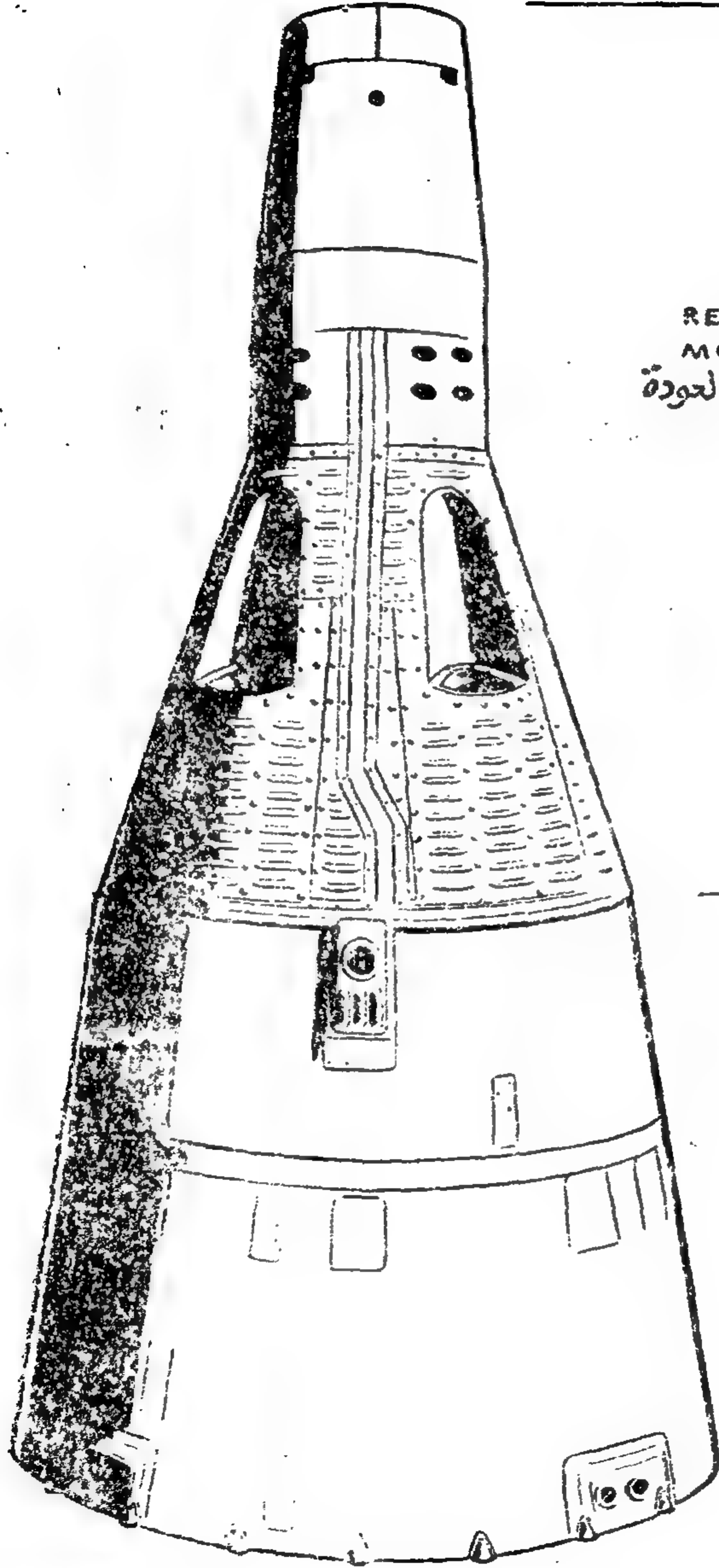
فقد صممت سفينة الفضاء ميركوري لتكون جهازاً كامل التآلية يستطيع تحت أى ظرف من الظروف ، أو كلها معاً ، أن يؤمن حياة الراكب البشرى الذى اقتصرت عمله على الركوب وتسجيل مذكراته .

إلا أن ما حدث فى الفضاء هو العكس تماماً ، لا مرة واحدة ، ولكن مرات متوالية . فقد فشلت الآلة ونجح الإنسان واستطاع أن يعود بسفينته إلى الأرض بعد أن فشلت فشلاً ذريعاً .

وقد أجل جلين هذه العلاقة التى ثبتت حديثاً بين الإنسان والآلة حين قال : « تزيد احتمالات نجاح المهمة إلى حد كبير بوجود فريق من البشر فى سفينة الفضاء . فوجود هذا الفريق البشرى أمر حيوى للمهام الفضائية المستقبلية للقيام بأخذ الأرصاد الدقيقة والعمل عندما تتعرض سفينة الفضاء لأحداث أو ظواهر متوقعة أو غير متوقعة » .

وقد تبيننا بوضوح المهمات والأدوار المستقبلية عندما ذكر جلين : « إن السفينة التى يركبها بشر تمتاز كثيراً عن السفينة الخالية من البشر ، والتى كثيراً ما تصاب بالصمم والعمى عندما يعترضها عارض جديد ، أو حدث لم يكن على البال » .

أجل ، وأمر أقلام الرصاص ! فها هو البرنامج الذى خلف برنامج ميركوري للطيران الفضائى بسفن يركبها البشر . . أصبح معروفاً بين جميع الناس ، ألا وهو برنامج جيمينى الذى يهدف إلى دوران رجلين حول الأرض فى سفينة للفضاء تزن ٧٠٠٠ من الأرتال . ولن تكون مهمتهما من الأمور البسيطة ، فعليهما أن ينجزا عمليات فنية متنوعة ، منها الخروج من سفينة الفضاء ، والقيام بعمليات التلاقى والالتحام بسفينة أخرى تسبح فى الفضاء ، وتغيير مدارات الطيران ، والقيام ببعض الإصلاحات والتجارب العلمية ، عمليات كل مبرمجة فى طيرانات مدارية تمتد إلى أسبوعين .



REENTRY
MODULE
قالب العودة

RETROGRADE
SECTION
قسم الإبطاء

EQUIPMENT
SECTION
قسم المعدات

(شكل ٩)
رسم توضيحي لقوالب سفينة الفضاء جيميني

وقد أعدّ برنامج جيميني عدته لمواجهة إحدى عوامل الخلل الخطيرة التي تصيب بعض المعدات . فقد حدث في كل عمليات الطيران السابقة ، سواء في برنامج ميركوري أو في طيرانات السفن غير المحملة بالبشر ، أن ظهر على أحسن الأفلام ، التي زودت بها آلات التصوير الأوتوماتيكية واليدوية ، نوع من قصر النظر . فقد عجزت جميعها عن تسجيل عدد من الأحداث والأشياء ، التي اعترضتها في الفضاء دون أن تكون قد خطرت على البال ، تسجيلاً دقيقاً . ونحن على علم بهذا العجز ، وبطبيعة هذا العجز ، فقد كان بالسفينة رجال يقومون بأنفسهم بالتسجيل والدراسة والتحليل وتقديم التقارير عن تلك الظواهر التي أخطأتها آلات التصوير .

فكيف إذن تستطيع الحصول لعلماثنا هنا على هذا الكوكب على تصوير أدق لما يمكن مشاهدته من الفضاء ؟ الجواب هو البساطة ذاتها . وقد ذكر راسل هوكس إن « في وسع رواد الفضاء لبرنامج جيميني : وهم في سفينة الفضاء ، أن يسجلوا الألوان والتفاصيل التي ترى من الفضاء . ويقوم رائد الفضاء وولتر شيرا ، متعاوناً مع فريق من العاملين بمركز سفن الفضاء المحملة بالبشر التابع للنازا ، بدراسة هذا الاقتراح في الوقت الحاضر »^(١) .

وعلاوة على عجز آلات التصوير عن تسجيل ما رآه الرجال بوضوح وهم في المدار فقد كانت هناك أخطاء مماثلة في مجال الفلك والمجهرية (الميكروسكوبية) . وقد استلزم الأمر في بعض هذه الحالات إشراك بعض خبراء الفن الذين نجحوا في تسجيل ما شاهدوه .

وقد قامت ضجة من الجدل العنيف حول قدرة الإبصار بمناسبة ما قرره رائد الفضاء جوردون كوبر خلال طيرانه للداري . فقد ذكر كوبر بصراحة تامة أنه رأى وهو في الفضاء بعض المباني والدخان على هضبة الهملايا . وقد

(١) « القذائف والصواريخ » ، ٨ يوليو ١٩٦٣ .

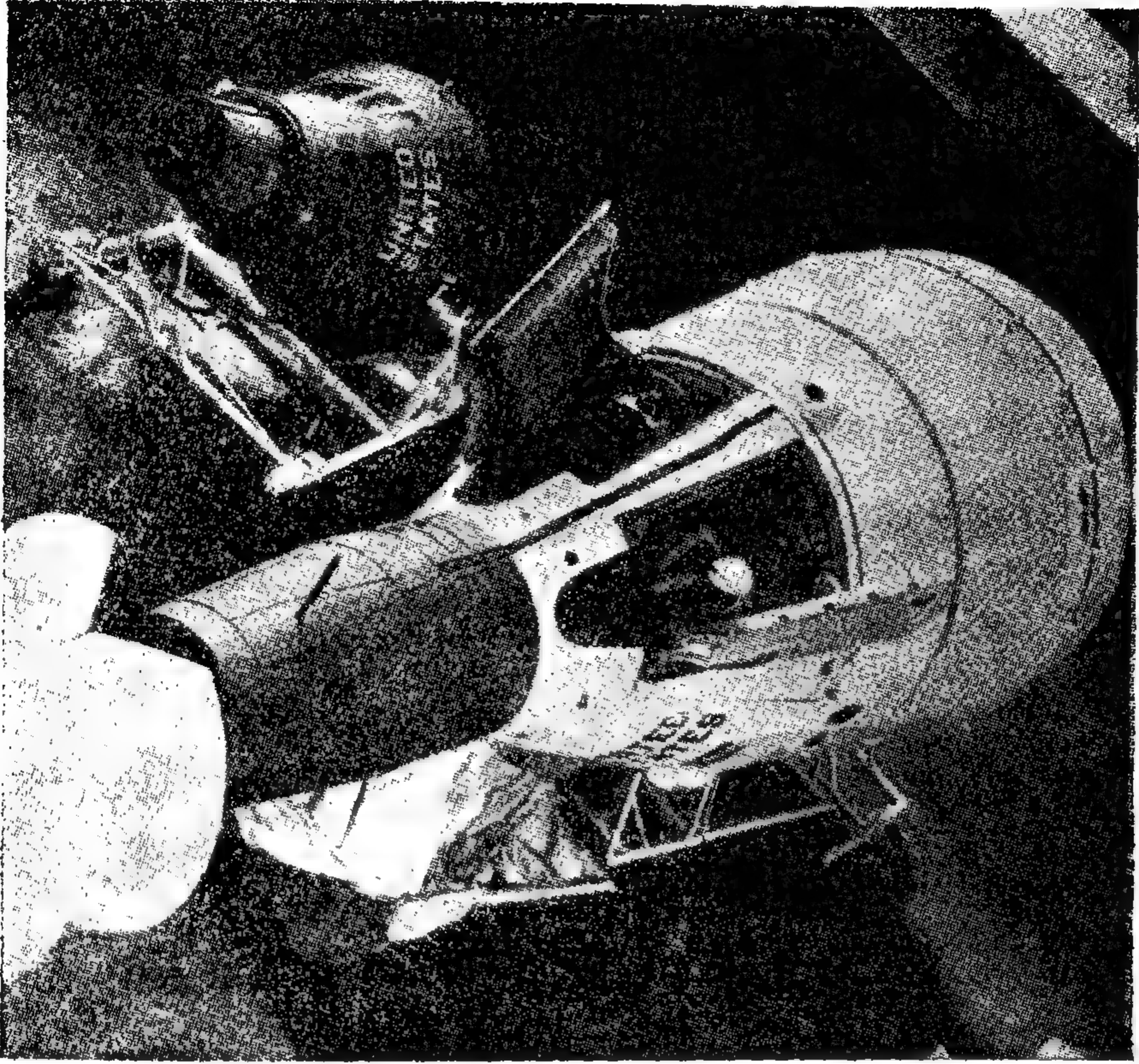
سخر كثير من العلماء من هذه التقارير . وقد عبر الدكتور روس آدي .
الذى يعمل بمعهد أبحاث النخ ، عن رأيه في تقارير كوبر بهزة من كنفية
العلميين ، ووصفها بالهلوسة . إلا أن هذا يبدو غريباً بعدما رأينا من أداء
كوبر البارع في جميع مراحل رحلته القضائية .

حتى إذا غضضنا النظر عن ذلك الأداء البارع (وعن حقيقة أن كوبر
كان في الفضاء وأن العلماء كانوا على الأرض) فإن هناك فريقاً من الخبراء ،
يدعى صراحة أن جهاز الإبصار البشرى لا يستطيع أن يرى ما ادعاه رائد
الفضاء كوبر . فإن ما رآه كوبر من مبان ودخان يقع خارج حدود تمييز
العين المجردة .

إلا أن فريقاً آخر من الخبراء يعترضون على هذه الاستنتاجات الفرضية . فقد
أقروا فعلاً بأنهم لا يعرفون عن الأجهزة والقدرات البشرية بقدر ما يودون
معرفة ، ويقرون فوق ذلك بأنه من الممكن جداً أن يقوم الإنسان الماهر
المتدرب ، بفضل عملية عصبية ما ، بأداء أفضل بكثير مما يقرره علم البصريات .

فها هو الدكتور دوين كاترسون ، الذى يعمل بمركز سفن الفضاء المحملة
بالبشر التابع للنازا ، لم يقتنع بما قرره هؤلاء العلماء عن إصابة كوبر بالهلوسة .
فقد قال : « إننا لا نعلم من أسس فسيولوجيا الإبصار إلا القليل جداً الذى
لا يسمح لنا بالتصريح بعبارات من هذا النوع » .

وقد نشأت من هذا الخلاف الأساسى فى المعتقدات والاستنتاجات هوة
سحيقة من النزاع ، يؤكد تفاصيله ما ظل يدعيه رجال طب الفضاء من زمن
طويل ، من أننا بكل بساطة لا نعرف عن جسم الإنسان بقدر ما نود أن
نعرفه ، وما لا يد من أن نعرفه . وقد أوضحت لنا أبحاث الطيران الفضائى
حبيباً قوياً للبحث عن المعلومات التى نفتقدها بشدة .



(شكل ١٠)

سفينة الفضاء جيميني بقواها في وضع المقارنة
بين حجمها وحجم كبسولة ميركوري التي سلفتها .

إلا أننا لا نستطيع أن نفتقص من شدة النزاع القائم بين الأطباء ، والذي
يوضح مدى الخلاف القائم بين الخبراء . وقد اقترح الدكتور آدى تركيب
جهاز رسم المخ الكهربائي في سفينة الفضاء جيميني للحصول على معلومات
أكثر تفصيلاً عن النشاط المخي لرواد الفضاء . إلا أن المعارضين للدكتور آدى ،
دون أن يراءوا الرقة في تهكمهم ، يردون على الدكتور الطيب بحجج يدعون
فيها أن جهاز رسم المخ الكهربائي سيقدم لنا دليلاً صريحاً على ما إذا كان
رواد الفضاء في يقظة ، أو مستغرقين في النوم . على أن هناك غير هذا من

الوسائل للحصول على هذه المعلومات ، وذلك بأن يقول رواد الفضاء مثلاً « مساء الخير » . كما أنهم يشعرون بأن جهاز رسم المنح الكهربائي لا يستطيع أن يوفق بين التفسيرات المختلفة للأطباء المختلفين ، وأن قراءات تسجيلاته لن تؤدي إلا إلى زيادة لهيب الجدل القائم اشتعالاً .

إلا أن رائد الفضاء شيرا مقتنع بأن في وسع رواد الفضاء أن يسجلوا باستخدام الأقلام الرصاص أو بأية آلة للرسم الملون تلائم جو سفينة الفضاء ما تعجز آلات التصوير عن التقاطه على الأفلام . (وليس هذا بالعمل الهين ، فإن الجو داخل جيميني من الأكسجين الصافي . وإذا وضع الزيت العادي في جو من الأكسجين بنسبة ١٠٠ / ١ فمن عادة الأكسجين القبيحة أن يتفجر إلى لهيب مستمر . ولا بد للعلماء إذن أن يتأكدوا من أن المواد ، التي يستخدمها الفنانون في رحلات الفضاء ، لن تسبب حريقاً على بعد ١٥٠ ميلاً) .

وقد حدد «شيرا» فعلاً بعض المجالات التي يشرفها أن الإنسان والقلم الرصاص ، إذا عملا معاً ، يؤلفان جهازاً يفوق الجهاز القائم الذي يتألف من آلة التصوير والقلم . فالكواكب المختلفة مثلاً تمر بتغيرات ملحوظة في ألوانها (وخاصة كوكب الزهرة) وهي تدخل شريط الضوء المحيط بأفق الأرض ، والذي اكتشف حديثاً . وقد قرر روادنا الأربعة الذين داروا في الفضاء حول الأرض أن الظواهر التي رأوها بعينهم وهم في الفضاء لا يمكن أن تسجلها أفضل الأفلام الملونة تسجيلاً دقيقاً .

ثم هناك موضوع الهالة التي تحيط بالقمر . فقد رآها شيرا مثلاً بينما كان القمر يمر بالأفق وقام على الفور بأخذ عدة صور لها للحصول على تسجيل فوتوغرافي للظاهرة رغبة منه في تقديمه للفلكيين وغيرهم من العلماء . وقد كشف الفيلم بعد تحميضه عن روعة المنظر بصفة عامة فما عدا عدم ظهور أي أثر للهالة على الفيلم :

وهناك ظاهرة التآين التي أطلق عليها اسم « الأقواس الحمراء » التي شوهدت بالزوية على ارتفاع ١٥٠ ميلاً فوق الأرض . وقد فشلت المحاولات التي بذلت لتسجيلها بالآلات الفوتوغرافية حتى يومنا هذا . ومع ذلك فإنه من الأهمية بمكان أن تصور تلك الظاهرة . فلو أن لدى العلماء تمثيلاً دقيقاً لهذه الأقواس لتمكنهم معرفة الكثير عن عمليات الطاقة التي تتسبب في نشأتها وظهورها . على أن رواد الفضاء ، وكلهم من قادة الطائرات ، يعرفون كيف تبدو . وها هو شيرا يقول إن هناك شيئاً كبيراً بينها وبين ضباب لوس أنجلوس من حيث اللون والمنظر كما يراها قائد الطائرة أثناء الليل . إلا أن هذا الوصف لا يساعد العلماء على الوصول إلى أية معلومات عنها . والمؤلف ، وقد رآها عدة مرات ليلاً فوق لوس أنجلوس على علم تام شخصياً بمشكلة تفسير هذه الظاهرة . ويبدو مستحيلاً أن نصف بالكلمات ما يبدو للناظر من أعلى لهذا الضباب من تركيب وألوان . فهل يستطيع الفنانون مد يد المساعدة إلينا في هذا السبيل ؟ بكل تأكيد وخاصة إذا كان هذا الفن من إنتاج عدد كاف من رواد الفضاء الذين يستطيعون أن يقدموا لنا مرجعاً دقيقاً .

وما زالت « هلوسة كوبر » النقطة الموحدة في الجادلات . على أن وجه الغرابة في النزاع حول ما رآه كوبر ، أو ما بدا له أنه رآه ، أن هؤلاء اللندنيين لم يأخذوا في اعتبارهم ما رآه غيره من رواد الفضاء . فقد شاهد جون جلين بعض الشوارع الضيقة القذرة في مكسيكو ، كما قرر شيرا أنه رأى أثر متزحلق على مياه بحر سالتون . وكلها مشاهد تقرب في أحجامها مما قرر كوبر أنه رآه في رحلته . والمرجو أن نحصل على مزيد من مثل هذه التقارير الفورية ، التي تساعد على توضيح تلك الظاهرة للأطباء والعلماء على السواء ، في مجالات لا تشر فيها الآلات كثيراً .

وكم تكون فعالية رواد الفضاء في هذه المجالات المختلفة ؟ لدينا الدكتور دني فوكولير الأستاذ بجامعة تكساس ، والمعروف عنه بأنه فلكي وخبير فني ، وقد اشتهر بلوحاته الزيتية للريخ . ولم يكن امتداح لوحاته بالضرورة عن مهارة فنية بقدر ما هو امتداح من زملائه الفلكيين بسبب التفاصيل والألوان والدقة ، ولو أن بعض الفلكيين المدربين ما زالوا يجادلون فيما يراه الآخرون حقيقة عندما يتناقشون فيما يرونه .

وها نحن قد تعلمنا من جديد ، كما يبدو ، أن بعض الناس قد تدربوا تدريباً طيباً على قدرة إبصار التفاصيل ، وأن قدرة آلة التصوير (الكاميرا) محدودة من حيث ما تستطيع التقاطه على الفلم ، كما أن العين غير المدربة لا تؤدي إلا إلى ما يسخر منه العلماء بحجة أنه زلق في الرؤية . ولما كان الطيارون يتمتعون بمهارة فائقة في مختلف وسائل البحث في السماء ، والرؤية في الليل ، وغير ذلك من وسائل الإبصار التي تساعد في عمليات الطيران ذات السرعات الكبيرة ، فإن رواد الفضاء هم أيضاً في سبيلهم إلى أن يصبحوا خبراء في الإبصار بحكم وظائفهم .

ومع ذلك فهناك كثير من المشا كل الفريدة التي يحب على العلماء والفنانين من رواد الفضاء أن يتغلبوا عليها عند التقاط المناظر في الفضاء . فالوان الزيت هي أنسب وسيلة للتعبير عن الألوان . إلا أن استخدام لوحة الألوان في الزيت تحت ظروف انعدام الوزن ، حتى مع تغلبنا فرضاً على مشكلة شبوب الحريق ، مما يؤدي إلى سقوط رشاش من مختلف الألوان على الجدار الداخلي من سفينة الفضاء . كما أن قطرات الألوان للتطيرة قد تثير الدمار في الجو المتوازن توازناً دقيقاً داخل سفينة الفضاء ، مما قد يدفع بالفنان للآهر إلى حالة من الهياج يتوقف بسببها عن العمل ، إذ أن عليه فوق ذلك أن يتبارى مع ما يطراً على القوت السطحي لألوانه الزيتية من تعديل تحت ظروف انعدام الوزن .

وقد أجرى شيرا تجاربه باستخدام الأقلام الرصاص التي توجد منها مجموعات كبيرة في الأسواق يزيد عدد ألوانها على المائة . كما أنه من السمطاع زيادة هذا العدد إذا رغبتنا في ذلك . وقد أجريت بعض التجارب بألوان الطباشير ، إلا أن انعدام الوزن في الطيرانات المدارية ، وآثره في غبار الطباشير ، قد يشير مشكلة عويصة .

ومع ذلك فإن موضوع النقاش لا ينحصر في الوسيلة التي سيقع عليها الاختبار . أما أقوى النقط اتصالاً بالموضوع فهي أننا مضطرون بعد مرور عدة سنوات تطير فيها سفن الفضاء حول الأرض ، إلى اللجوء إلى نفس الوسائل التي يستخدمها الأطفال غير العلميين في روضة الأطفال غير العلمية للحصول على المعلومات العلمية .

الفصل الثالث

جَدَل

لم نصل بعد إلى حل لمشكلة المفاضلة بين الإنسان والآلة في كشف الفضاء واستغلاله بالرغم مما عرفناه من أنه في وسع الإنسان أن (١) يعيش تحت الظروف السائدة في الفضاء ، و (٢) يتخذ من الإجراءات ما يمكنه من ترك الأجهزة الميكانيكية التي أصابها الخلل جانباً لينقذ حياته ، و (٣) يجري وهو في الفضاء بعض التجارب والاختبارات العلمية التي تبدو فوق طاقة الأجهزة الآلية .

فأولاً ، لما كان مما لا شك فيه أن الإنسان يستطيع وهو في الفضاء أن يعيش ، ويعمل ، ويجري التجارب ، فلا بد من الإشارة إلى المشاكل التي تصحب هذا الأداء والعمل على حلها . فإن هناك بعضاً من الدراسات والاختبارات الفضائية تستطيع الآلات أن تقوم بإجرائها بكفاءة تفوق أقصى ما قد يصل إليه الإنسان منها ، بينما هناك بعض الحالات التي يتفوق فيها الإنسان على الآلات .

ويبرز من كل هذه الدراسات والاعتقادات المتنازعة في هذا الموضوع تحديد أوضح لمختلف الأدوار التي تقع على كاهل الإنسان والآلة على حد سواء في كفاحنا لغزو الفضاء . ويعتقد بعض العلماء في وضوح الحل المناسب باستمرار ، وهم يتخذون من هذا الجدل العنيف موضوعاً لتسلية بدلاً من أن يكون مصدراً لقلق عظيم .

وتشبه وجهة نظرم إلى العلاقات بين الإنسان والآلة في الفضاء وجهة النظر التي انعكست في تعليق نشره فيليب سبراج رئيس الشركة الأمريكية

للآلات^(١) على مشكلة خلق أجهزة على الأرض ، حيث قال : « إن أفضل معمل مجهز بالمعدات — أو المعمل الذى يرجى منه أن يودى إلى نتائج — هو المعمل الذى ينشأ حول فريق من الرجال ، بحيث يتاح لكل منهم قدر كبير من الأجهزة يكون تحت تصرفه ، وإلا فلا . فالرجل هو آلة البحث الأساسية ، ويجب أن يؤسس للمعمل حول الرجال ، لا أن يعد بالآلات يقوم الإنسان بتشغيلها » .

وقد كان الاتجاه فى السنوات الأخيرة ، فى كثير من المجالات العلمية ، يميل نحو تأكيذ قيمة الآلة كأضعاف مضاعفة لقيمة الإنسان كوسيلة علمية . هذا هو فى الواقع مصدر القلق فى مجال دراسة البيئة الفضائية . فإين يجوز لنا أن نرسم الحد الفاصل ؟ كيف نحدد نوع الأجهزة التى يقع عليها الاختيار لهذا النوع من الدراسة ؟ عند أى نقطة تظهر الآلة تفوقها ، وأين يصبح الإنسان الجهاز المتفوق ؟ إلى أى مدى نستطيع أن نخلق أجهزة تتألف من الإنسان والآلة كوحدة ؟ وفوق هذا كله ، ما هى إمكانيات أجهزة آلات المستقبل إذا قورنت بالمقول الإلكترونية الحالية وآلات وضع البرامج التى نعمل بها فى هذه الأيام ، والتى ستعتبر فى المستقبل من المواد الخام ؟

والنزاع القائم نزاع أساسه عدم التوازن أكثر من أى شئ آخر . فلما كان الإعداد لبرامج الفضاء الكبرى يستغرق عشرات السنين ، لا شهوراً ، فإن التخطيط الذى يجرى فى الوقت الحاضر سيحدد لنا الطريق الذى نتبعه فى المستقبل . وسيؤدى التخطيط الخاطيء ، ولا شك ، إلى نتائج ناقصة ، وخسران بلايين الدولارات — وهو نوع الخطأ الذى قد يودى إلى تدمير البرامج اللازمة لدراساتنا المستمرة ، وتفهمنا للبيئة الفضائية وعلاقتها بهذا الكوكب .

وقد ظهر في بعض المجالات اعتماد مفرط على العقل الإلكتروني — أو الآلة الحاسبة — كعامل رئيسي يبعث على القيام بأنشطة البحث ، حتى لقد اتخذ بعض العلماء جانب وجوب استخدام العقول الإلكترونية لابتكار الآراء الجديدة بإدخال المشاكل بالجملة كما يراها الإنسان .

إلا أننا لم نجد أثراً لهذا الترياق بتاتاً . وشهدنا فعلاً موقفاً مماثلاً في رحلاتنا الفضائية . فقد بدأنا على أساس الإيمان بوثوقية الأجهزة الميكانيكية ووجود الإنسان كراكب سلمي ، واكتشفنا (مرة أخرى) أن علينا أن نستغل ، إلى أقصى حد ممكن ، أنسب جهاز يمتاز بصغر حجمه وتعدد مزاياه كقريب وحاسب ، ألا وهو العقل البشري . فقد أدى بنا الاستغلال التام للإنسان ، مصحوباً بمرونته وقدرته على التكيف ، وعلى الاتصال بالعقول الأخرى على الأرض ، وعلى التحكم المباشر في الأجهزة الميكانيكية الإلكترونية واستغلالها لحاجة معينة ، أدى بنا كل هذا إلى أرفع مستويات الأداء من الحزمة المفردة — ألا وهي سفينة الفضاء المحملة بالبشر — التي دفعنا بها إلى المدار .

وقد ركز بعض العلماء اهتمامهم على هذه الفكرة التي بدت كما لو قد أصابها النسيان ، فكرة وجود الإنسان في أي جهاز — قيمة الإنسان كحاسب — مع ما يمتاز به من قدرة على التحرر في وضع البرامج ، أي على المرونة في مواجهة الموقف الذي قد لا يمكن التكهن به ، والحكم السريع على الحقائق المتاحة في هذه اللحظة بالذات . على أن في وسع الآلة أن تكشف ، وتقيس ، وتحلل ، وتشرح ، وتقارن ، ثم ترسل التقارير . ولكنها لا تستطيع أن تحكم على المزايا أو القيم النسبية لما يعترضها أو لما تفحصه . كما تتمتع الآلة بقدر كبير من الذكاء وبعض قدرات معينة تتفوق فيها على الإنسان . تتمتع بالذكاء ولكنها تفتقر إلى القدرة على إصدار الحكم . لا تستطيع أن تقيس كل ما يعترضها إذا لم يقم الإنسان بتزويدها بالقدرة على قياس غير المتوقع . فذاؤها محدود إلى

حد غير عادي ، إذ تكون صماء عمياء ، لا تحس بالظواهر التي قد تخرج ، ولو بقدر سمك الشعرة ، عن حدود ذكائها — مثل الجسيمات المتجمدة السابحة حول أجهزتها البالغة الحساسية ، والتي تعجز مع ذلك عن الكشف عنها .

وقد أبدى وارن سوانسون ، مدير أحد أقسام البحث والصناعة في برنامج أبولو التابع لشركة الطيران الأمريكية الشمالية^(١) ، أبدى رأيه بوضوح في هذا اللفظ عندما قال : « ولما كان الإنسان يتمتع ببعض المزايا المذهلة ، كان علينا أن نستغله إلى أقصى حد ممكن حتى نحقق أقصى ما يمكن من الإنجازات من أى جهاز . وقد يستدعى الأمر استخدام مبنى في حجم عمارة إمبار ستيت تودع فيها آلات حاسبة تكون لها نفس القدرة التي يتمتع بها قائد الطائرة النفاثة المتوسطة بالسلاح الجوي ، الذي يحوى عقله ما يقرب من عشرة بلايين من العناصر الثنائية التي تقوم بإصدار القرارات » .

كما قدم وولتر ويليامز ، مدير العمليات السابق في برنامج ميركوري ، أروع تعليق في تقريره الرسمي عن أول عملية للطيران المدارى في سفينة تممل بشرأ ، تعليقاً يعكس لنا مواقف في غاية الأهمية بالنسبة لتحديد أنواع أجهزة المستقبل التي تتألف من الآلة والإنسان مجتمعين ، والتي ستستخدم في الطيران المدارى وفيما بين الكواكب حيث قال : « بالرغم من روعة أداء شبكة للمواصلات أثناء الطيران ، فإنه كان واضحاً في مركز التحكم أن قائد السفينة ميركوري كان الشخص الوحيد الذي يعلم بكل ما يجري في أجهزتها ، مما هيا له أجل فرصة لممارسة التحكم في الطيران . على أنه من الأهمية بمكان أنه استطاع الاستمرار في إرسال التقارير المفصلة عن الأجهزة ، والقيام شخصياً بأخذ وتسجيل أرصدة

للطقس ، وبعض الظواهر الفلكية ، والتقاط بعض الصور الفوتوغرافية ، حتى في الفترة التي يقوم فيها بتقييم أجهزة التحكم .

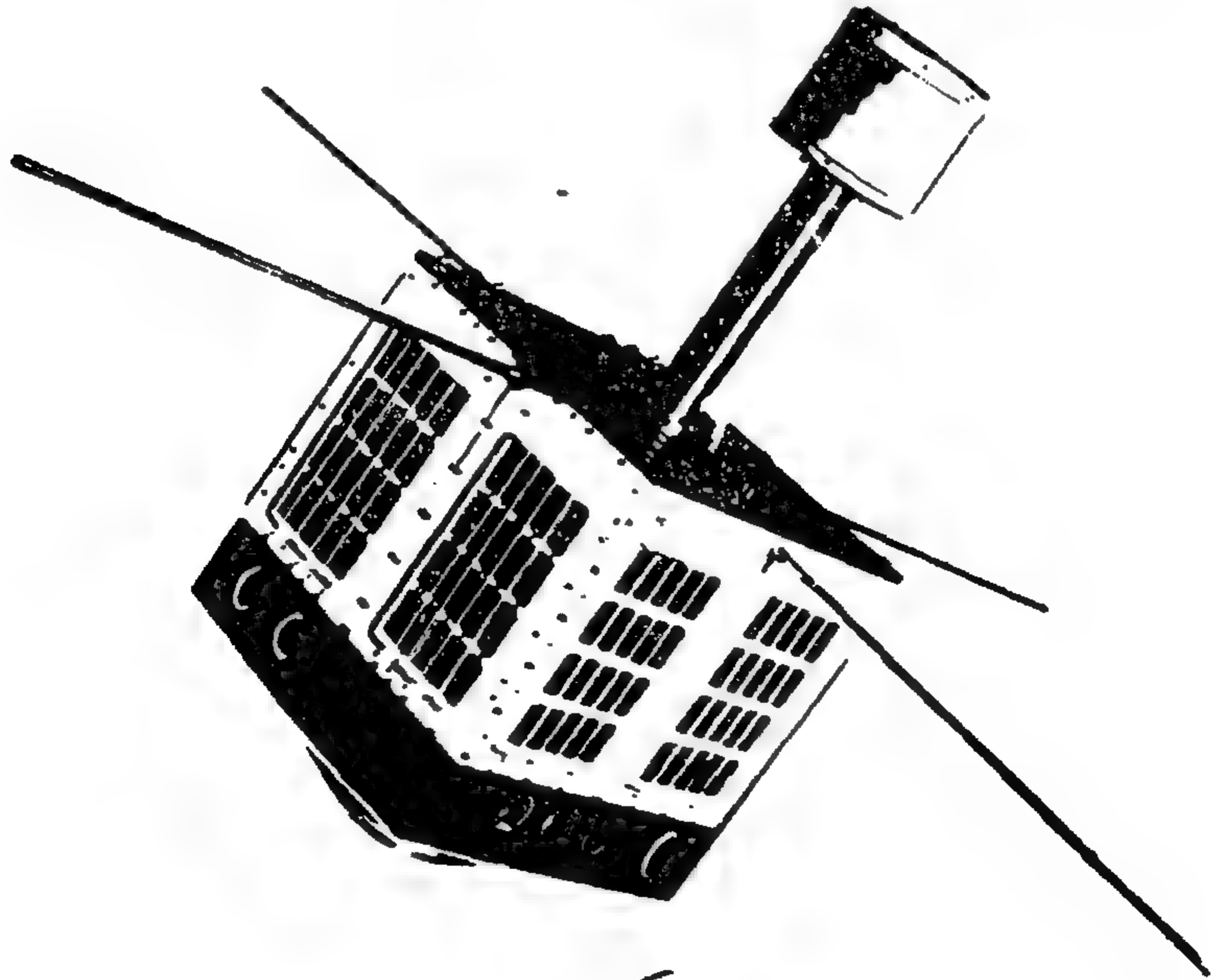
ويكرر الكاتب هذه الإشارة إلى عملية الطيران التي قام بها جلين بالذات فقد كانت رحلته هذه رحلة رائدة تم فيها أعنف اختبار لقدرة الإنسان على التكيف . وكان للرحلات التالية التي قام بها كاربنتر وشيرا وكوبر نصيبها من الأخطار المحذقة . إلا أن النجاح في كل من هذه الرحلات كان نتيجة الخبرة التي كسبناها من الرحلات السابقة لها .

كما أننا كسبنا من هذه الرحلات الفضائية الرائدة مجتمعة ، التي تضمنها برنامج ميركوري ، كسبنا منها « حقيقة مثبتة وإيجازاً لا يمكن إهماله » . وبعبارة أخرى أصبح لدينا في الوقت الحاضر طريق واضح من الخبرة ، حقيقى وحيوى ، نستطيع منه أن نخطط للأجهزة والمهمات التي سيكلف بها كل من برنامجى جيميني وأبوللو ، اللتين بنيتا بعيداً عن طريق الصدفة ، حول أجهزة يقوم الإنسان فيها بدور التحكم الأول وإصدار القرارات . أما الآلات فقد وضعت بها لإعداد ومعاونة قدرات الإنسان .

ويجب ألا ينتقص ما سبق ذكره من قيمة الجهود المتصل الذي يقوم به العلماء لاستغلال الجهاز الآلى إلى أقصى حد ممكن تحت ظروف معينة . وقد قدم لنا الدكتور فان ألن مقارنة رائعة بين جهازى الإنسان والآلة ، كما قدم لنا مفتاح الطريق لأجهزة الفضاء للمستقبل - على النحو الذى يغلب على طريقة إنتاجها . فقال :

« حدث فى يونيو عام ١٩٦١ أن نجح فريق صغير منّا ببناء وإطلاق قمر صناعى صغير أطلقنا عليه اسم إنجان-١ (Injanl) وقد ساعدتنا فى هذا العمل إدارة البحوث التابعة للأسطول فى جامعتى . وقد استطاع هذا القمر الصغير ، (م-٦)

الذى وزن ٤٧ رطلاً ، فى خلال ثمانية عشر شهراً بعد إطلاقه ، أن يجمع ما يزيد على ١٠ ملايين من الأرصاد عن البيئة الفضائية ، والإشعاع ، والبيئة الأرضية . وإنه لمن الواضح ، كما أعتقد ، أنك لن تستطيع أن تتصور أى سفينة محملة بالبشر لاتزن بالطبع ٤٧ رطلاً كحمولة كلية ، كان فى وسعها أن تدور حول الأرض مدة ١٨ شهراً ، وتنجز شيئاً شبيهاً بمجموعة الأرصاد التى أتاحها لنا جهاز ميكانيكى بحث . لقد كانت دراسة جذابة أن نفكر فى مختلف العلاقات بين الإنسان والأجهزة العلمية والآلات . وأعتقد أن كل فرد يتفق معى فى أن التحليل النهائى يتضمن أن هناك على الدوام رجلاً فى الجهاز بالرغم من عدم ظهوره فى الملاحظة الأولى . « وتختلف الأجهزة العلمية اختلافاً بيناً ، من الميكروسكوب مثلاً ، الذى تضع أزراره على الأرض وتشغله ، ثم تبدأ فى فحص عيناتك ، إلى وسائل التحكم من بعد فى سفينة للفضاء كما هو الحال مثلاً فى حالة مارينر ، ذلك السائر الذى مر بكوكب الزهرة ، واستجاب بنجاح للتعليقات التى أبرقت إليه من الأرض على بعد منه يقرب من ٤٠ مليوناً من الأميال .



شكل (١١)

سفينة الفضاء الصغيرة إنجان ١

« ولا شك أن هذا مثال حي للعمليات البعيدة التي يقوم بها جهاز علمي .
ولعله أفضل مثل عرفناه حتى الآن للدور اللازم الذي استطاع الإنسان ،
رغم عدم ظهوره في الجهاز ، أن يلعبه ضمن العملية . وإنه لمن المدهش لمن يراقب
التسكوبات اللاسلكية ، وهي تعمل ، ألا يرى فيها كائناً بشرياً . فها هي
الأطباق الضخمة ، أو التلسكوبات ، تدور وتدور ، لتلتقط أثناء دورانها نوعاً
من الأرصاد العلمية . إلا أنني أود أن أشير بصفة خاصة إلى عدم ظهور إنسان ما ،
بطريقة مصطنعة ، بينما أنت وأنا نعلم علم اليقين بوجود رجل في مكان ما في الجهاز .
« وقد أكون قائماً بتخطيط تجربة في ويليامز باي في وسكونس بينما يقوم
هذا الرجل بتخطيط آخر في بالومار . ولكنه جزء من الجهاز على أي حال .
وبهذا أرجو أن أكون قد نجحت هنا في إيضاح وجود كل أنواع الدرجات
التي يمكن أن يكون الإنسان بها جزءاً من الجهاز العلمي .

« ولا بد لمن يرغب في إنجاز عمل له قيمته ، من أن يصمم جهازاً من النوع
الذي أطلق عليه اسم : العلاقة الحية بين الآلة والإنسان . وقد أخذ الإنسان في
الواقع يفكر في شيء من هذا القبيل ، ويدرك طريق الوصول إليه ، كما أن له
علاقة حية بالآلات . فهي تعمل ما يعتقد هو في وجوب عمله تحت مجموعة معينة
من الظروف . وفي وسع الإنسان أن يفكر ، من وجهة نظر معينة ، في آلة
لا تعمل إلا بمثابة امتداد لحواس الإنسان . أي أنك لا تستطيع أن ترى شيئاً
ما بعينك المجردة ، فتضطر لاستخدام الليكروسكوب .

« وأعتقد أنه من الحق أن يقال إن كل الأجهزة العلمية هي بحكم الضرورة
من هذا النوع ، امتداد لحواس الإنسان وقدراته . على أن لدى الغالبية مناشعوراً
بأن هذه العلاقة الحية تخمد عند درجة معينة من التعقيد . فليس هناك من يدري ،
على وجه التأكيد ، النقطة التي يحدث فيها هذا الخمود في ظرف معين .. »^(١)

(١) من معاصر لجنة العلوم والملاحة: مقدمة للترجمة من السكونجيز في دورته الثامنة والمانين،

إلا أن العلماء يعملون في الوقت الحاضر في أوقات إضافية لمجرد تعيين ماهية تلك النقطة في ظرف معين . وتهدف الأبحاث الجارية إلى قياس مدى ما تصل إليه الآلات من قدرة في مهمات الكشف التي يكلفها بها الرجال . ويدور معظم هذا السؤال ، لاحول قدرات الآلات التي ستبحر عبر الفضاء فحسب ، ولكن فوق ذلك حول العقول الإلكترونية التي تبقى هنا على الأرض والتي يستخدمها الرجال بمعدل يتزايد بانتظام حتى يستطيعوا أن يقوموا بتخطيط أفضل للبحوث والكشوف المستقبلية.

وعلىنا في هذا المجال أن نرجع إلى الآراء ووجهات النظر التي يبدونها العلماء والمهندسون الذين يعملون عن كثب في هذا الموضوع . ويجدر بنا في هذا المقام أن نشير إلى تعليق هام ورد على لسان الأستاذ وولتر ، من قادة علماء وظائف الأعصاب ، حيث قال : « الشيء الذي يرجى منه النفع حقاً هو نوع من مولد الإلهام . فإن قدرة الإلهام عند الطبيب أو العالم المنهك قد أصبحت مجهدة إلى درجة الحمود : فهناك كميات كبيرة من البيانات لكل مريض من الواجب تحليلها . وفي الإمكان إدخال هذه البيانات في الآلة التي تستطيع ، بتوليد الإلهام ، التشخيص المبني على معدل نبض المريض وعمره ورسم قلبه الكهربائي » . هذا ولا شك شيء بديع إذا استطعت أن تجد عدداً كافياً من المرضى الذين يقبلون عرض أنفسهم لأجهزة الإلهام الإلكترونية .

ويعلم كثير من العلماء أننا لا نضع العقل الإلكتروني تحت الاختبار من حيث إحلاله محل العقل البشري الذي لا يمكن تقييمه ، ولكننا بدلاً من ذلك نكدر تحت ظروف تجمعات المعلومات الهائلة لمساعدة قدرات العقل البشري . وقد عبر روبرت رامي ، عالم الفيزياء بشركة وستنجهامس ، عن آمال العلماء في العقول الإلكترونية بقوله : « إن الآلة البخارية قد زادت من قوة العضلات البشرية . وهنا نحن الآن نزيد قوة العقل البشري » .

وعلى ذلك يكون المقصود حرفياً بصناعة العقول الآلية ، من هذه الناحية ، أن تكون امتداداً لقدرة العقل البشرى . فهي ليست أداة لحل مشكلات الإنسان أو ترياقاً لكربنا ، بل هي الآلات التى تمكن الإنسان من أن يقتصد فى الوقت الذى تتطلبه العقول البشرية عادة لحل بعض المشاكل المعينة ، أو لإجراء حسابات يستغرق إجراؤها بالوسائل الأخرى من الوقت ما يزيد على عمر معمل كامل من العلماء . وتجربى فى الوقت الحاضر فى ساعات . وهامى الآلات الحاسبة ، الحديثة الضخمة ، فى وسعها أن تلفظ النتيجة النهائية لعملية حسابية فى جزء من مليون جزء من الثانية .

ولا يسهل أحداً أن يفكر الحاجة الماسة لهذه الآلات فى ضغط الوقت ، وتقديم الحلول لمسائل علمية بلغت من التعقيد حداً لا يتصوره العقل . وفى وسع الآلات الحاسبة أن تدور مع الساعة وهى تحل مشاكل علماء الطبيعة أو أى نوع آخر من العلماء ، مشاكل فوق طاقتهم التى أضناها عدد قليل من السنين وهم يملكون خلالها القدرة على الإنتاج الفكرى .

وقد يكون ظهور العقول الإلكترونية العملاقة فوق طاقة إدراكنا . وهانحن نسلك كثيراً من طرق هذا التطوير . وهما هو تركيب العقل الإلكتروني ، من الناحية الميكانيكية ، فى جهاز الشبكة العصبية ، بشكل بقدر الإمكان صورة طبق الأصل من المخ البشرى من حيث التشريح والبناء ، مما يؤهله للقدرة على « التفكير » عن طريق الاحتفاظ بكميات ضخمة من الحقائق .

وعلم الاستنباط^(١) ، فى لغة عالم الآلة الحاسبة ، هو علم القدرة على الإلهام أوقوة القراءة فى النظر إلى الأسس التى تحكم بها على الأشياء ، والقدرة على التعليل وحل العضلات . وهذا هو علم الآلة الحاسبة الذى يشير إليه الأستاذ وولتر .

وآخر العلوم التي سنشير إليها ، وليس أقلها ، علم الإلكترونيات الحيوية^(١). ولابد للمحاولات التي تبذل لتعريف هذا العلم من أن تصارع تيار النزاع القائم بين مجموعات من العلماء حول مختلف التفسيرات. على أنه يبدو أن أقرب تفسير حاز نسبة كبيرة من القبول هو الذي يدعو إلى أن علم الإلكترونيات الحيوية هو الجهاز الذي يؤدي وظيفة الإدراك، ثم توليد وسائل الحياة بطريقة يمكن استغلالها ، وربط هذه الوسائل بالإلكترونيات . أو هو إدراك وظائف الأجهزة البيولوجية الحية وتهيئة هذا الإدراك للأجهزة الآلية الإلكترونية الميكانيكية .

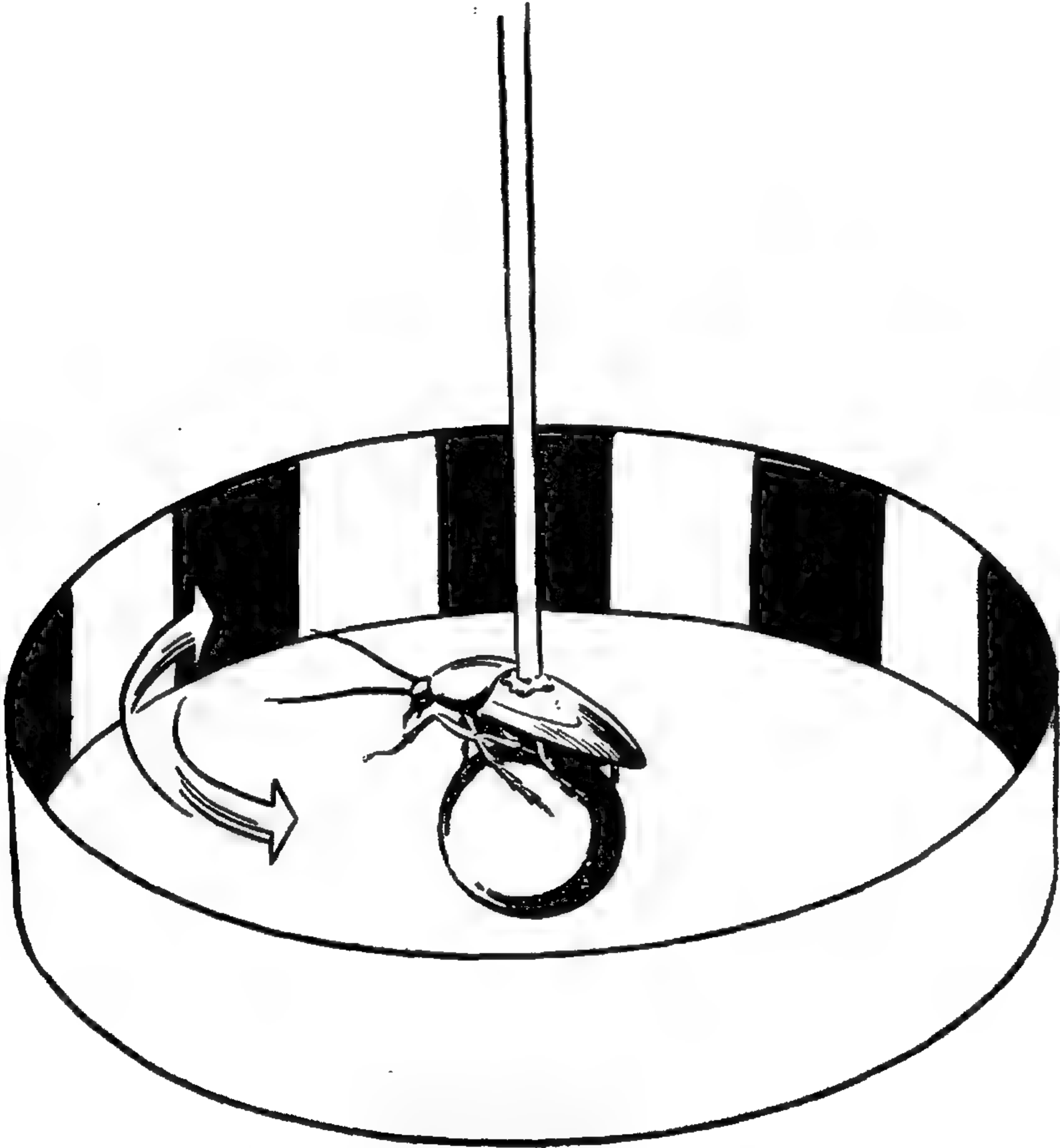
وقد جاء في مجلة « كوارترلى ريفيو »^(٢) التي تصدرها جامعة الطيران التابعة للسلاح الجوى الأمريكى (المجلد ١٢ العدد ١) أن : « علم الإلكترونيات الحيوية وعلم الإلكترونيات الجزيئية موضوعان لا يدخلان فى حدود النظرية الإلكترونية التقليدية . فعلم الإلكترونيات الحيوية (أو البيولوجية) نوع من التكنولوجيا يسمى ، عن طريق دراسة الأجهزة الحية ، خلق دوائر إلكترونية تقوم بأداء وظائف تشبه الوظائف المعقدة التي تقوم بها الأجهزة الحية المعقدة » .

وامتدت الدراسة الخاصة إلى وصف علم الإلكترونيات الجزيئية على أنه مجال فى دراسة الجوامد « تؤلف فيه المواد التي تتميز بخواص إلكترونية معينة لابتكار قوالب دقيقة من مواد تؤدي وظائف إلكترونية كانت تباشرها من قبل عدة مركبات إلكترونية تقليدية ملحومة بعضها فى بعض ، فإذا ما وصلت هذه القوالب الإلكترونية الأداة بعضها ببعض تكونت منها أجهزة أدائية وتعطى المجلة وصفاً لأحد هذه الأجهزة ، الذي يوضح بطريقة مسرحية

Bionics (١)

Quarterly Review (٢)

العلاقة بين الإنسان والآلة عندما يجتمعان في جهاز واحد ، على نحو ما يعبر عنه
في علم الإلكترونيات البيولوجية :



شكل (١٢)

تجربة يجريها السلاح الجوي في علم الإلكترونيات الحيوية على خنفسة

«أدت إحدى التجارب التي أجريت على الخنافس إلى ابتكار أدق مقياس
صمم حتى الآن لسرعة الطائرات بالنسبة للأرض . عُلقت الخنفسة تعليقاً ثابتاً
في مركز طائرة عريضة دوّارة . وقد رُسِمَت على جدار الطائرة لوحات سوداء
وبيضاء على التوالي . فإذا دارت الطائرة تجاوزت عيننا الخنفسة مع اللوحات
البيضاء دون السوداء . وقد اكتُشِفَ وجود ترابط تلقائي بين عيني الخنفسة
وتشكيلة عشوائية من الأضواء . وقيست تجاوباتها بحركة جسم مستدير كانت

تمسكه بأرجلها ، فوجد أن مقدار الحركة كان متجاوباً مع الإثارة الناتجة من تشكيلة الصور الضوئية . وقد دلت حركة الجسم المستدير على الجهة التي كانت الخنفسة تود أن تتحرك فيها لو أنها كانت طليقة . فلما درّس هذا الترابط التلقائي بطريقة رياضية ، اتضح أنه في الإمكان تصميم جهاز ميكانيكي يعمل على هذا الأساس . وترجمت كل وحدة بيولوجية تضمنها الإحساس بالحركة إلى نظير إلكتروني . ومن هنا وضعت خليتان كهروضوئيتان في مقدمة الطائرة ومؤخرتها لتمثيل عيني الخنفسة . ثم زودت الطائرة بوحدات إلكترونية أخرى مكّنت لهذا المقياس الدقيق لسرعة الطائرة بالنسبة للأرض ، حيث تسجل الخليتان الخليتان ، اللتان تقومان مقام جهازين للاستقبال ، والمثبتان في الطائرة ، مرورهما فوق نفس النقطة على سطح الأرض ، وتقيسان الوقت الذي يمضي بين مرور الخليتين على تلك النقطة ، ومنها يمكن تعيين سرعة الطائرة بالنسبة للأرض . وتؤدي هذه المنتجات الإلكترونية البيولوجية وظائفها بطريقة رائعة ، وخاصة إذا استخدمت لأداء عمل محدود منفرد ومعين ، مثل تعيين سرعة الطائرة بالنسبة للأرض . ولن تعترضنا المتاعب إلا عندما نجمع ، لأمثال ، ولاآلافاً ، بل عشرات الآلاف ومئات الآلاف من هذا العمل المنفرد في جهاز ضخم متشابك تتكامل وحداته ، جهاز لا بد له من أن يؤدي وظيفته التي يكلف بها بسرعة فائقة ووثوقية لا يشك فيها . ولا أقصد بالمتاعب الصعاب الفنية ، ولكنني أشير إلى المشاكل التي تبلغ في ضخامتها حداً يجعل لها من النتائج ما يزعج مستخدمي هذا الجهاز ، على نحو ما حدث مرة في حادث يعرفه السلاح الجوي باسم « حادث المحرك المحترق » .

فقد كان الكولونيل ويليام كوك ، الضابط النوبتجي في مقر قيادة الساك^(١) التحت أرضي ، يفحص ستة مصابيح متوهجة في مكتبه ، وذلك

(١) SAC وهو مختصر Strategic Air Command بمعنى السلاح الجوي

قبل الساعة الرابعة واثنتين وخمسين دقيقة بثوان من صباح ٢٤ نوفمبر ١٩٦١ . وكانت هذه المصابيح دليلاً بصرياً على أن عدة آلاف من أميال الأسلاك ، التي تتكون منها شبكة المواصلات بين مقر قيادة الساك ومواقع القتال النائية المنتشرة عبر المنطقة المتجمدة الشمالية ، كانت تؤدي وظائفها بطريقة سليمة . إلا أنه حدث في الساعة ٥٢ : ٤ صباحاً أن أومض ضوء أخضر رعاش ، تنبه له الكولونيل . ولم يكن يستطيع ، بصفته كبير المراقبين في غرفة الحرب تحت أرضية ، أن يستغنى عن وسائل الاتصال التي يشير أى تصدع فيها إلى تدمير موقع أمامي خطير من مواقع القتال ، أو قد يعنى حرباً نووية . وقد يعنى كذلك خلافاً تكنولوجياً ، كأن يكون اختلافاً أو تقصفاً في أحد أوتار العنق الإلكتروني وقد يعنى أى شيء آخر . والواجب يقضى بالعمل تبعاً لأسوأ الفروض . وأومض الضوء الأخضر مرة أخرى ، ثم انطلقاً . وقد كان هذا دليلاً أمام الكولونيل كوك على أن وسائل الاتصال ، بين الساك ومحطات الإنذار المبكر عن القذائف الصاروخية بجرينلاند وجزء من ألاسكا ، قد قطعت . وكان من سوء الحظ أن وقع في نفس الوقت حادث مشابه ، فقد انقطع الاتصال بين مقر قيادة الدفاع الجوي عن أمريكا الشمالية في كولورادو ومحطات المنطقة المتجمدة الشمالية . فما سبب قطع الاتصالات ؟ هل كان عاصفة كهربائية ، أو تقصفاً إلكترونياً ، أو زلزالاً أرضياً ، أو انفجاراً محلياً ، أو هجومًا قام به العدو غدراً . إلا أن الإنسان ليس لديه وقت للتفكير في عالم تسود فيه القذائف الصاروخية ذات الرؤوس الذرية ، بل عليه أن يعمل . شيء ما يحدث في شبكة صناعية واسعة ، ومعقدة ، ثم تهب دولة لحرب مدمرة .

أعلنت الكلمة لتحرك قوة الساك للتأهب إلى عمرات الانطلاق « في حالة تأهب تام تحت الرقابة الإيجابية » .

وكان الوقت اللازم لمراقبة الضوء الأخضر وانطفائه ، وتفسير الحادث ، وإبلاغ قائد الساك بالتحرك — كان ثلاثين ثانية تماماً .

وفي دقائق هرع ألوف من الرجال للعمل ، ودبت الحياة في سبعمائة وخمسين

قادة نقانة محملة كل منها بأسلحة نووية، زبحر فيها مايزيد على خمسة آلاف محرك نفاث قوى . وتحركت عصى القيادة تحت أيدي الرجال، وأسرعت العالقة ذات الأجنحة المسحوبة (١) إلى عماراتها حيث انتظرت في حالة تأهب تام . كما اتخذت مئات أخرى من الطائرات الحربية ، وعدة آلاف من الرجال ، موقف التأهب الساخن . كل هذا بسبب المصباح الذي انطلقاً بينما كان الواجب أن يضيء باللون الأخضر .

ومرت دقائق ، ظلت الدوائر الأرضية أثناءها مقطوعة ، والمصباح مظلماً . وعندئذ أبرق شخص ما برسالة إلى رجل يخلق بطائرته على ارتفاع ٥٠٠٠٠ قدم فوق جرينلاند . فما كان من هذا الطيار إلا أن شغل وسائل اتصالاته ، ثم اتصل بشيول ، وأبرق بالرد إلى مقر قيادة السالك يقول فيها إن موقع الردار في شيول سليم .

استغرق هذا بعض الوقت . إلا أن الفنيين تمكنوا من كشف موضع الخطأ ، الذي لم يكن إلا خللاً ميكانيكياً طرأ على إحدى محطات الأمواج الدقيقة للترديد بكونلورادو ، حيث زادت الحرارة في أحد المحركات فتعطل فجأة . فكان هذا الخلل البسيط سبباً في دفع القوة الضاربة للسالك عند ذروة التأهب للانطلاق . ويقدم لنا هذا الحادث مثلاً واضحاً آخر للترابط بين الرجل والآلة . فقد كان من المستحيل على الولايات المتحدة أن تصل ، بدون شبكة المواصلات الإلكترونية، إلى هذا المستوى من التأهب الدائم . كما أنه ما لم يكن لدينا أفراد مهرة مدربون على استعداد دائم لتفسير الإشارات التي ترسلها الأجهزة ، والرد عليها بالقول أو بالفعل ، لأصبحنا في خطر حرب نووية مدمرة قد تندلع في أية لحظة بسبب حادث بسيط ، أو خلل طفيف يصيب الجهاز الآلى . وفي هذا المثال تعبير صادق وواضح للعلاقة التي تتضمن أن الشبكة تمتاز بقدر كبير من الذكاء،

(١) الجناح المسحوب هو الجناح السيك عند كشف الطائرة الذي يقل سمكة نحو الورا إلى أن يصبح حرقه خطأ حاداً في مؤخرته (المترجم) .

وتتمتع بقدرات هائلة ، ولو أنها تفتقر إلى القدرة على الحكم .

وها هو الأستاذ جون ترو كسال الذى يعمل بمعهد بروكلين للفنون التطبيقية يؤكد لنا : « أن الآلات لا يمكن أن يصيبها الكلال أو الملل ، وهى دائماً متيقظة بدون شرود ، وتعمل دون الوقوع فى أخطاء شخصية » .

إلا أن الخبرة والحقائق لا تتفق واستنتاجات الأستاذ الطيب . فالمعادن يصيبها الكلال . ولا شك أن ركاب عدد كبير من الطائرات النفاثة قد اكتشفوا هذا فى اللحظات القصيرة والأخيرة التى أعقبت وقوع الانفجارات عندما تناثرت أجزاء الطائرات بسبب ما أصاب الأجزاء المعدنية من إنهاك أدى إلى خلل . وها هو أسطول ضخمة من القاذفات النفاثة أحيل إلى التقاعد عن الخدمة العاملة بسبب الكلال الذى أصاب بعض أجزاءها المعدنية فأصبحت أضعف مما كانت يوم خرجت من خطوط الإنتاج .

وقد لا يكون لدى الآلات حاسة الانتباه التى تشرد ، ولكنها أعدت عند بنائها بقدرات حسية هى أهدافها الرئيسية . فإذا اعتقدنا لحظة واحدة أن هذه القدرات لا يمكن أن يصيبها الذهول أو الإرهاق ، فإننا ، مرة أخرى ، نجافى الحقائق .

فالجهاز المعقد يعتمد فعلاً ، فى تأدية وظائفه بطريقة سليمة ، على تيار لا ينقطع من القوة . وفى وسع شرارة كهربائية قصيرة أن تودى بفعالية آلة معقدة تمتاز بقدرة مذهلة . وقد عانت الولايات المتحدة طويلاً من حوادث الخلل فى أجهزتها المعقدة . فقد تسبب مفتاح ، فى وضع خاطئ ، فى استنزاف كل القوة الكهربائية لعدد من سفن الفضاء رينجر ، فصمتت آلاتها وأصبحت عديمة الجدوى ، وبدأت تترنح وتعثّر كالمتعوه الذى فقد عقله فى وقت كانت على بعد بضع مئات من الأميال من سطح القمر ، ثم انحرفت مارة نحو الفضاء السحيق دون أن تكشف سراً واحداً من أسرار العالم الصغير الذى كان قريباً من سطوحها

اللامعة . وقد وصلت حدة التهم ، على حوادث الخلل في سفن الفضاء رينجر ، أقصى حد لها ، بعد إطلاق السفينة السادسة . فكانت الصواريخ الدافعة قد أطلقت السفينة رينجر للمعدة حاملة عدداً من الأجهزة وآلات التصوير في مسار مرسوم إلى الفضاء تصل عليه إلى القمر . حتى إذا وقع الخلل ، وكانت السفينة قد قطعت ما يقرب من ربع مليون من الأميال ، راحت آلات التصوير ، وما يتبعها من معدات ضخمة ضحية التهاب حلقى إلكترونياً .

وفي وسع حدث صغير ، لا يتمدى ظهور رطوبة غير متوقعة في المكان الصحيح ، وفي الوقت الصحيح ، أن يحدث في أية آلة ارتباكاً شديداً يزعج بنتائجها إلى موضع الشك . وهذه مشا كل لا يمكن أن تحل إلا عن طريق نوع من العقول يخرج عن طاقة الآلة ، عقل يستطيع أن يزن الأشياء ، ويحكم عليها ويصدر القرارات بشأنها — عقل ذى ساقين .

وتمثل مشكلة تدخل غير المتوقع في الآلات التي تنال أكبر قسط من الحماية ، تمثل على الدوام كابوساً يزعج علماء الآلات الحاسبة . ولعل أفضل مثل لهذه المفاجآت المزعجة التي تصيب المعدات الحاسبة هو ما حدث في أوائل صيف عام ١٩٦٤ في مركز جودارد للطيران الفضائي بولاية ميريلاند .

يحتفظ مركز جودارد ، ضمن مالهيه من إمكانيات حديثة متقدمة ، بغرفة اختبار بصرى تقوم عليها حراسة مشددة تفوق حراسة فورت نوكس . فقد قام العلماء بحماية كل الفتحات للؤدية إلى الغرفة بمجموعة من أجهزة الترشيح منعاً لأي تلوث قد يتسرب إليها من الخارج ، حتى من البكتيريا والفيروسات التي لا تراها العين . وأعدت الغرفة ، علاوة على ذلك ، بأجهزة للتبريد تؤهلها للاحتفاظ بدرجة حرارة ثابتة ، قدرها ٧٦ درجة فهرنهايت تحت الصفر .

وقد استغلت جميع وسائل الحماية للمكنة للمحافظة على خلو الغرفة خلواً تاماً من أى عنصر خارجي . ويبدو أن هذا الإجراء نجح ضد البكتيريا والفيروسات . إلا

أن العلماء ذهلوا في صباح أحد الأيام عندما تبين لهم أن كل وسائلهم الوقائية لم تنجح ضد عدد كبير من البراغيث وجدت داخل الغرفة !

وهل تخطيء الآلات الحاسبة ؟ لا أقصد الأخطاء الصغيرة ، بل أخطاء كبيرة ومذهلة ؟ وعادة ما يكون الرد على هذا السؤال كلمة «لا» مقرونة بالسخط الذي قد يصل إلى حد الإثارة .

إلا أنه من المهم أن الآلات الحاسبة التي تنبأت عن قوة انفجار للقفلة النووية مايك التي فجرت في إنويتوك (أول نوفمبر ١٩٥٢) كانت قد أعلنت قوة انفجار تقرب من ٣ ميجا طن .

وكان هذا خطأ من الآلة الحاسبة . فقد ارتفع ساق عش الغراب ورأسه المتفنج ، الذي غطى سماء المحيط الهادى ، من كرة نارية مروعة كانت نتيجة لقوة تفجر قدرت بحشرة ملايين طن من المواد شديدة الانفجار ، أو عشرة ميجا طن . ولم تمض سوى ثمانية عشر شهراً على هذا الخطأ الحسابى حتى أخطأت العقول الإلكترونية مرة أخرى في التنبؤ عن قوة انفجار نووى آخر قدرته الآلة الحاسبة بحوالى سبعة ميجا طن .

إلا أن الوهج الذي أفقد البصر من عيون حيوانات التجارب التي كانت على بعد من الانفجار ، يبلغ حوالى أربعمائة من الأميال ، لا بد أنه جاء نتيجة انفجار قوته عشرون ميجا طن .

على أن هذه الأخطاء لا يمكن أن تكون سبباً في الإساءة إلى الآلات الحاسبة أو الإجحاس من قيمتها في حياة الإنسان . فقد بلغت من الأهمية حداً لا يستطيع معه مجتمعنا ، الذي يعيش في بداية عصر التكنولوجيا ، أن يستمر بدون خدماتها في أنشطته بخطواته الحالية ، فضلاً عن توسيع هذه الخطوات . على أنه يبدو من اللازم ، في ضوء الادعاءات الخيالية لإمكان صنع آلات حاسبة ضخمة تكون بمثابة ترياق لحل مشكلات الإنسان الكبرى

أن نقف ببساطة لنلقى نظرة فاحصة على هذه الادعاءات . فإن هذه العقول الإلكترونية ، بالرغم من العجائب التي تقوم بها في الوقت الحاضر ، وإمكانية نموها الطبيعي بلوحة لا يتصورها العقل ، لاتصلح بديلاً للمسئولية ، أو لمواجهة كل يوم جديد ، وما يصحبه من مفاجآت .

وها نحن نستخدم جميع أنواع العقول الإلكترونية . وتعتبر الآلات الحاسبة الأصبعية ، من بين العملاقة ، في أعلى مراتب تلك الآلات ، أو هي على حد قول أحد العلماء « كائن سام يبرز منه بليون من الأصابع يستطيع بها أن يعد بسرعة تزيد ملايين المرات عن السرعة التي يعد بها إنسان واحد بأصابعه المحسوبة العشرة » .

وتعتبر الآلات الحاسبة العملاقة (مثل إينياك) ، في نظر العلماء الذين يتطلعون إلى المستقبل ، شيئاً لا يعدو أن يكون جمعاً هائلاً قبيح المنظر من الزوائد الإلكترونية ، مضبوطة كل منها على الأخرى دون أن تكون دليلاً قوياً للعقول السامية الحقيقية التي ستظهر في ذلك المستقبل .

وقد صنعنا سلالات مختلفة من الآلات الحاسبة للرقص على نغمات مختلف المشاكل . فالآلات الحاسبة القياسية تؤدي وظيفتها على أساس القياس ، لا يهمها ماذا تقيس — سواء كان تياراً ، أو معدلاً ، أو ضغط الضوء ، أو فجلاً ، أو فرقاً في الجهد — ثم تترجم هذه القياسات الإلكترونية إلى بيانات يستطيع الإنسان إدراكها واستخدامها . فإذا بقيت بعد ذلك مشاكل لم نصل إلى حل لها ، أستدعى ابن عم للآلة الحاسبة القياسية — يعرف باسم المحلل التفاضلي — ليقدم ألقانه الإلكترونية التي تصلح لحل مشكلاتنا المعقدة .

ومن المفريات الدائمة لعلماء الآلات الحاسبة زيادة أنواع العمليات التي تقوم بها الآلات الحاسبة . فلدينا بعض الآلات الحاسبة الضخمة التي تشغل مبانى بأكمها يبلغ ارتفاعها ستة أدوار وتقع لسكنى مائتى عائلة في مجبوحة من

لراحة . ولا يقتصر هدفهم على زيادة قدرات الآلات الحاسبة ، ولكنهم يهدفون فوق ذلك إلى ضغط حجمها بنسبة كبيرة حتى نستطيع نقلها في سفن الفضاء لتؤدي عمليات الحساب التي نطلبها منها ، بينما يكون فريق من الرجال يدور حول الجانب البعيد من كوكب المشتري ، مثلاً ، في سفينتهم التي بثرتها الشهب . ويبدو أن الطريقة الوحيدة لتحقيق هذا الهدف ينحصر في تحويل الأسلاك والأنابيب والدوائر والقوالب وغير ذلك من القطع الإلكترونية إلى أجهزة إلكترونية حيوية وجزئية .

وتحوى الآلات الحاسبة الحديثة السحرية شراذم من الذرات رتبت في أشكال وقوالب معينة . ولما لم يكف هذا حل مشاكل تنمية الآلات الحاسبة الإلكترونية ، لجأ العلماء فوق ذلك إلى الأعصاب ، الأمر الذي يضطر عنده العلماء إلى فرك أيديهم العملية سوياً وهم يفكرون فيما يمكن إنتاجه . والعصب الإلكتروني شبيه بعصب مخ الإنسان ، فهو يستطيع أن يتعلم كما يتعلم العصب البشرى .

يقوم العقل الآلى في هذه الماكينات الحاسبة بيلع وهضم ما يقدم إليه من مشاكل معينة . ولا يشق الظلام الذي يملأ باطنه — إذا أردنا تصوير هذا العقل الصناعى ذى القدرة الهائلة — إلا وهج من ذرات مجردة تؤدي وظائف اللفظ والتصنيف والمفاضلة والتحليل والحساب وضرب البيانات ذهاباً وجيئة على مجموعات من الأعصاب . وفي هذا العالم الصغير تشغل الإلكترونات وتجزأ الجزيئات ، وتقلب الجسيمات الذرية ، وتدفع وتثار . والسحر الإلكتروني مسألة وقت لا يستطيع الإنسان إدراكه ، وقت يقاس بأجزاء من مايون من الثانية ، وبكسور أجزاء من مليون من الثانية . وتحل المشاكل الرياضية بسرعة فائقة ، ثم يلفظ العقل الآلى ، بسهولة إلكترونية ، الكروت والأقراص البلاستيكية التي ينتظرها الرجال بشغف كبير .

وقد ذكر الدكتور بيتر كالى ، عالم الفيزياء الذى يعمل بقسم الإيرونيترونات فى شركة فورد للسيارات « نحن فى حاجة إلى أجهزة إلكترونية أكثر مواءمة تصمم على الأسس المنظمة للأجهزة البيولوجية . وقد أطلق على هذه الأجهزة الإلكترونية المقترحة أسماء مختلفة ، مثل أجهزة إلكترونية حيوية ، أو آلات حاسبة حيوية ، أو أجهزة ذاتية المواءمة » .

ويهدف هؤلاء العلماء إلى صنع عائلة من الماكينات تمتاز بالقدرة على تعيين أخطائها وهفواتها ، وعلى نبذ نقط الضعف فيها ، وعلى استغلال علب مليئة بالصواميل والقطع المعدنية والشربات الإلكترونية لإنتاج الأشياء اللازمة للوصول إلى مستويات من التفكير تفوق العقول الإلكترونية « نيندرثال » المعاصرة .

وقد كان من حظ المؤلف أن زار شركة لوكهيد مع عدد من علماءها — وتعمل الشركة فى بناء حديث فى كاليفورنيا الوسطى — فوجد أن عملهم فى تلك الشركة العنيدة للمهمكة فى عملها ، والتى تدفع لهم مرتباتهم ، ينحصر فى التفكير ... فى إنتاج الأفكار ، والتبصر فى الغد بدرجة تقرب قدر الإمكان من $\frac{2}{3}$. وفى الإمكان وصف آرائهم بأنها محاولة لتجنب التعثر فى المستقبل ، أو الاضطرار إلى العمل فى اللحظة الأخيرة إذا حدثت مفاجآت ذات أثر قوى على الشركة ، أو على البلاد ، أو على صالح سكان المستقبل ... إنهم يعملون فى مصنع للتفكير ، وينحصر أعظم إنتاجهم فى الأفكار والآراء .

وقد صرح كثير من الرجال بأننا « على أعتاب الأشياء التى يصعب تصديقها ... نتطلع إلى نتائج طويلة المدى ، أما الصورة المساعدة المباشرة فهى التحكم ، أو ، على وجه أصح ، التحكم والتوجيه .. نتطلع إلى جهاز لديه قدرة الحركة تبعاً لما يطلب منه (فى حدود مقبولة بطبيعة الحال) . على أن هناك مجال نظرية التحويل التى تغدر بنا . وتتضمن هذه قوالب البناء فى المنح .

فوالب بناء من الأعصاب . فإذا أردت أن تلتصق ورقة تحمل اسمها فإن العقل الصناعي بكل ما يحمل الاسم من معنى ، هو خير ما يسعى به .

« وما نحن نتطلع ، في هذا الجهاز ، إلى خلق شيء في صورة قالب أقرب ما يمكن إلى الجهاز العصبي الحيواني . ففى المخ البشرى ١٠^١ من الأعصاب — أو عشرة بلايين من الأعصاب . فإذا ثبت أننا سائررون في الطريق الصحيح نحو التقدم فسنتقرب من آلات حاسبة لا تشبه شيئاً مما لدينا هذه الأيام ، أو مما يستطيع أن يتصوره الناس . فنحن نفكر في ماكينة — ولو أن هذه كلمة وضيعة لها — تستطيع أن تصدر القرارات على أساس المعلومات التى تقدم إليها . . . تستطيع أن تفعل هذا ، كما تستطيع ، عن طريق التحويل والتغذية الرجعية وتقدير الموقف ، أن تكتسب قدرة على إصدار القرارات التى تخرج عن نطاق الذاكرة البسيطة التى تتمتع بها الآلات الحاسبة فى وقتنا الحاضر .

« على أن هناك ، كما نتوقع ، بعض لحظات دقيقة جداً فى هذا كله . فعليك حين تحل مشكلة من المشاكل أن تعرف متى تصل إلى الحل ، وأن تعرف متى تقف — ولا بد أن يكون للآلة محك تعرف به أنها — أثرة على الطريق الصحيح ، وتعرف به متى تعرف الوقت الذى تقف فيه . . . فى هذه اللحظة تمارس الآلة عملية إصدار القرارات » .

وربما كان الحقد على المزايا النفسية للإنسان والآلة عاصفة رملية تسعى إلى إبعادنا عن الهدف الذى يجب أن نعمل له ، وما نحن نعمل له . فإن الاستنتاجات التى لا يردُّ عليها من هذا النقاش هو أن أمر تفوق الانسان أو الآلات فى القضاء هو فى الواقع أمر خداع .

فلن نرسل إلى الكواكب البعيدة سفناً للقضاء تخلص من البشر ، قصد
(٧ - ٢)

المهبط والدراسة والكشف والتحليل والحكم على قيمة المكان بناء على العوامل التي أتاحت لها مباشرة ، إذ أن الآلة لن تستطيع وحدها الوفاء بهذا العمل .

ولن نرسل سفينة للفضاء ملأى بالبشر ، دون وفرة من الأجهزة والآلات للوفاء بنفس العمل ، إذ أن الإنسان وحده لا يستطيع ذلك .

ولكن الحاجة ماسة إلى الإنسان والآلة معاً فكل من الجهازين يكمل الآخر من حيث الصفات والقيود . والآلات عاجزة بافتقارها إلى الذكاء الطبيعي فلا تستطيع إلا أن تتابع ، دون وعى ، المهمات المبرمجة عليها ، دون أن يكون لها حول أو قوة في المواقف التي تتطلب مفاجآت أو إعادة التفكير على الفور في المهمة وتغييراً مباشراً في عملياتها لتحقيق الهدف الأصلي . إلا أن الآلات تصل إلى إمكاناتها العظمى في حضور الإنسان الذي يفسر ما أبغت عنه الآلات ، ويغير ، إذا اضطرت الظروف ، نوع الدراسات التي يجريها بواسطة الأجهزة الآلية ، أو يعدل فيها .

فالإنسان ، بدون الآلات ، يملك القسـدرة على الحكم التي لا تقدر بثمن ، ولكن مشكلته هي تعدد صفاته — فهو بطبيعة بنائه يفتقر إلى إلى عدد كبير من القدرات . فهو لا يستطيع قياس الإشعاع أو المغناطيسية بحواسه السامية ، كما أنه لا يبصر في جزء كبير من الطيف الإشعاعي ، وأرصاده تنصف بالكمية وتحيط بالموقف من جميع جوانبه ، وهو في حاجة إلى الآلات ليتخصص عن طريقها ويصبح وصفيّاً في عمله .

وبهذا ، تتحقق أعظم الإمكانيات ، وذلك عندما تتكامل أعظم زوايا الإنسان والآلات في جهاز متكامل واحد .

الفصل الرابع

الزماننا نحو المستقبل

لا تكون الرياضة أكيدة طالما لجأت إلى الحقيقة ،
ولا تلجأ الرياضة إلى الحقيقة طالما كانت أكيدة
ألبرت أينشتاين

من الحقائق المعروفة عن اندفاع الإنسان العنيف في مستقبل باهر ، أنه
يرغب في أن يتقابل وجهاً لوجه بأشياء كثيرة لا يعرف عنها إلا بالنزر اليسير .
وتمثل بحور الفضاء التي تسبح فيها الجرات والسدم التي تراها بصعوبة في أقوى
آلاتنا الفلكية ، تمثل لغزاً ذا رأسين محبوساً داخل كون صغير وكون كبير .
وكما زاد الإنسان عمقاً في كشف عالم تحت الذريات زادت حيرته في لغز
الجسيمات تحت الذرية وما بينها من قوى . ويبدو أنه لا بد لنا من تبديل جداولنا
وخرائطنا الخاصة بهذه الجسيمات والقوى كل بضع سنوات عندما نعلن أننا قد
كشفنا أخيراً عن « الجسيم النهائي » . إلا أننا تعودنا اكتشاف جسيم نهائي
كل بضع سنوات حتى فقدت « مطلقات » الكشف والقياس السابقة صلاحيتها
بدرجة مخيفة . ويدعن علماء الطبيعة لهذه الكشف الجديدة ويمزقون خرائطهم
القديمة لإنتاج خرائط جديدة — وتصبح كتب العلم الحديث أسرع شيء في
التخلف العلمي .

وكما زاد الإنسان بعداً في كشف أعماق الكون — مستعيناً بمناظيره
البصرية اللامعة ، وتلسكوباته اللاسلكية الضخمة التي تبدو في شكل الأطباق
لكشف الكون الذي لا نبصره بعيوننا ، وبالرياضيات لكشف أعماق الغوامض
ووضع النظريات — زاد اكتشافه أننا بالكاد قد بدأنا نرى ذلك الكون
ونرسم خريطته ، وأننا لسوء الحظ قصيرو النظر في دراساتنا له .

وتناقش معى مرة أخرى أحد العلماء من شركة لوكهيد ، بوجه عابس ،
فى التجارب التى تجرى لصناعة جهاز مضاد للجاذبية لرفع الأثقال الكبيرة من
الأرض . وفى وسع جهاز من هذا النوع أن يجعل أضخم صواريخنا فى نزاع
مباشر مع أقرب كوم من المخلفات التكنولوجية . وهما الولايات المتحدة
والآتماد السوفيتى يتنافسان فى محاولات التغلب على الجاذبية ، لابتثابة خطوة
إلى الأمام ، بل كقفزة نحو المستقبل .

قال : « تزدد حيرتنا فى أمر الجاذبية كلما تعمقنا فيها . وهانحن نرى معظم
الجاذبية، ولكننا لا ندرك عنها سوى النزر اليسير! إننا نعرف قدراً كبيراً ولكننا
نجهل الكثير عن هذا اللوضوع. ولديناأ كوام من الآراء والنظريات ، ولكننا
لا نعرف شيئاً بالعمق الذى نرغب فى الوصول إليه ، حتى على سبيل البدء فى
فى الإدراك الصحيح للجاذبية. إننا لا ندري كنهها وفى وسعنا أن نذكر مقدارها،
ولكننا لا نستطيع أن نخبرك بشيء عن هويتها . . إنها محيرة . . » .

وربما كانت هذه القفزة فى بحر الجهل أفضل تعبير عن طيرانات الإنسان
الأولى بعيداً عن العالم الذى ولد فيه . وهى مجازفة للوصول إلى كون مليء
بالتناقضات على قدر مانعلم فى حدود معرفتنا الضيقة .

وقد وضعنا صوراً تمثل فى اعتقادنا الكون وأجرامه المختلفة . ومع ذلك
فلو أتيح لنا أن نرى بعيوننا ما تراه التلسكوبات اللاسلكية ونقوم بقياسه ،
لأبنا نفس الشمس التى تدفئ الأرض وقد زاد قطرها إلى ضعف ما تعودنا قياسه
بعيوننا البشرية وقدرات أجهزتنا البصرية . ولونظرنا إلى الكون بدلالة
الإشعاع الذى تقوم التلسكوبات اللاسلكية بقياسه، لبدا لنا كوناً يختلف كثيراً
عما جبلنا على الاعتقاد فيه .

وها هى الكشوف التى قننا بها فى عالم تحت الذريات، قد نبهتنا إلى الخطأ
الذى وقعنا فيه بقبول الصلادة الظاهرية للمادة. وقد جاء هذا بالطبع نتيجة المعرفة

التي كسبناها من أن النرة تكاد تكون فراغا ، وأن الجود إن هو إلا تعبير للقوى أكثر مما يكون إشارة إلى كثافة المادة أو تركيبها الطبيعي .

وماذا يحيرنا في حياتنا اليومية أكثر من النيوتريزو ؟ شيء لا كتلة له ولا شحنة ، يبدو عليه عدم الاعتراف بوجود المادة التي ظللنا نعترف بها زمناً طويلاً . ومن الواضح أننا ، في هذا العالم المشحون بالإشعاعات النووية التي لا نراها بمحاسنا ، والتي يغلب وجودها في صورة قوانين رياضية ، أننا نتعامل مع شيء مجهول يتحدى مفاهيمنا اليومية عن الحقائق المعترف بها . وقد أصبح الإشعاع اليوم ، في عالم مشحون بالأسلحة النووية ، لفظاً من الألفاظ المألوفة ، بالرغم مما يبيبه لنا من كدر في سياق هذا الحديث . كما أصبح الإشعاع ، وسمك ألواح التبتين وغير ذلك من العبارات ، جزءاً من قاموسنا المعاصر . فكثيراً ما نبحث مقدار السمك اللازم من مادة معينة لوقف الإشعاعات الضارة . وهانحن نعبّر عن تركيب العبارات الحديثة بدلالة سمك الرصاص أو المساح وغير ذلك من المواد . كما وصلنا إلى إدراك أن هناك حداً للسمك الذي يكفي للوقاية من أسوأ أنواع الإشعاعات .

هذا فيما يختص بعالمنا الذي نعيش فيه . أما عن النيوتريزو ... فإني أطلب منك أن تنظر إليه من هذه الوجهة . ينتقل الضوء بسرعة تقرب من ١٨٦٢٧١ ميلاً في الثانية ، أو حوالي ٦٧٦٠٠٠٠٠٠ من الأميال في الساعة .

وبذا يقطع الضوء في اليوم الواحد ما يزيد على ١٦ بليوناً من الأميال .

فتصور أنك مسافر بهذه السرعة طول أيام عام واحد . ستكون عندئذ ، بعد أن تندفع بسرعة تزيد على ١٦ بليوناً من الأميال كل يوم من الأيام البالغ عددها ٣٦٥ يوماً ، قد أتممت سنة واحدة .

ولا بد لك بعد ذلك أن تسير بنفس السرعة دون أي نقص فيها في أي لحظة من اللحظات ، لتسع وأربعين سنة أخرى .

فبعد أن تكون قد قضيت خمسين عاماً وأنت مسافر بهذه السرعة ،
سرعة الضوء ، تكون قد اخترقت سمكاً من الرصاص يخترقه النيوتريـ
نون أن يتأثر مساره .

فإذا كانت هذه الأرض التي نعيش عليها كوكباً صلباً ، فإن صلابتها
تتصرف في حدود معايير صناعية معينة، إذ أن بلايين لا حصر لها من النيوتريـ
نات تمرق خلال هذا العالم كل ثانية تمر من الوقت كما لو أنه غير موجود بالمرّة .
على أن هناك أطرافاً أخرى معروفة للمقياس ترجع خيالنا، أو تقع، في الواقع،
خارج حدود قدرتنا على الإدراك .

ولنأخذ الهواء مثلاً . فهو ليس رقيقاً إلى الحد الذي تتصوره في حياتنا
اليومية . فهو موجود على سطح كوكبنا ، مسبباً عليه ضغطاً قدره خمسة عشر
رطلاً على البوصة المربعة ، فإذا تحرك هذا بسرعة الأعاصير (سبعة وخمسين
ميلاً في الساعة فما فوق) ، أصبح هذا الهواء نفسه وحشاً ضارياً صاخباً مدمراً .
كما أن الضغط الناتج من قلب الكرة النارية ، التي يولدها انفجار قنبلة نووية،
يؤدي إلى احتراق الهواء فيه ، ويحدث من التأثير ما يحدثه حائط من الصلب
يمرّق عبر السطح .

خذ الهواء ، واعلم أن هناك أحجاراً ثقيلة تبلغ كثافتها ما يقرب من ألفي
ضعف كثافة الهواء .

ثم تصور الظروف السائدة على النجوم الأقزام التي انكمشت في نفسها
بحيث أصبحت كثافة المادة فيها ملايين وملايين أضعاف كثافة أثقل الأحجار
في عالمنا هذا ! .

هذه المتطرفات قد حيرت الإنسان في الواقع ، وهما وقد قبل التعدي
لزيادة مدى إدراكه لكونه بأكمله .. مما يـمكـس على الإنسان صفة تبدو أنها

تزيد من فرصة محاولته الكشف أولاً ، ثم الدراسة ثانياً . وقد ينتهى الأمر به إلى استعمار الحدود الحالية لكشوفه الطبيعية — كواكب المجموعة الشمسية . وقد كان من المستحسن ، من سنوات قليلة ماضية ، أن تركز الكتب التى تعالج أمر الإنسان وما قبل عندئذ عن مجهوده لكشف الفضاء والعوالم الأخرى ، على إقناع قرائها بأن تلك الفكرة لم تكن ممكنة فحسب ، بل وقابلة للتنفيذ ، وفوق ذلك أنها فكرة لا مفر من تنفيذها . وما زال عصر الطيران فيما وراء هذا الكوكب الصغير فى طفولته . وإنه لمن الصعب علينا ، نحن الذين ساهمنا فى مجهود إنمائه لعدة عشرات من السنين ، أن نذكر أن الغالبية العظمى من الناس — ومنها غالبية من العلماء — كانوا إلى عهد قريب يرفضون الفكرة برمتها على أساس أنها فكرة خيالية لا تستحق منا الدراسة الجدية .

وهناك قول معروف : « ولو أن التاريخ يعيد نفسه ، إلا أنه لا يفعل ذلك بنفس الطريقة » . ومع ذلك فإن الشكوك التى أحاطت بمولد عصر الطيران تشبه إلى حد كبير الشكوك التى واجهناها ونحن على أعتاب مجازفة الإنسان فى غزو مافوق الهواء الذى يسمح بالطيران . فقد وقف أغلب العلماء فى أوائل القرن العشرين جامدين فى مواجهة المستقبل ، معلنين أن التنبؤات عن الطيران المنتظم ليست إلا هذياناً من أفراد غير مسئولين مفرطين فى أوهامهم .

وقد أعلن سايمون نيوكوم أحد كبار الفلكيين الأمريكين : « إن الدليل على عدم إمكان الجمع بين مواد معلومة ، وأنواع معلومة من الآلات ، وأنواع معلومة من القوى ، فى آلة عملية يستطيع الإنسان بواسطتها الطيران فى الهواء مسافات طويلة ، دليل يتصف بالكمال الذى يتصف به الدليل على أية حقيقة طبيعية » .

وها هو فلكى كبير آخر ، ولیم بيكرنج ، قد اتخذ لنفسه موقفاً خطيراً ضد الوهميين غير المسئولين ، أولئك الذين تنبأوا عن آلات تطير بسرعة هير

الأطلنطى ، عندما قهره قائلاً : « لا بد أن هذه آراء وهمية . وإذا فرض جدلاً أنه كان فى إمكان آله أن تعبر الأطلنطى براكب أوراكين ، فإن تفقاتها ستؤدى ولا شك إلى تحريم استخدامها » .

ويجدر بنا أن نذكر هنا أن بيكرنج أبدى ملاحظته هذه بعد أن نجح الأخوان رايت وغيرهما من الرواد فى طيرانهم .

ولسنا فى حاجة ، فى محاولة لسد الفراغ بين الملاحة الجوية والملاحة الفلكية ، إلى أن نشير إلا إلى كبير الفلكيين فى إنجلترا ، الدكتور ريتشارد فانت دير ريت وولى ، الذى صرح فى عام ١٩٥٥ بعد إعلان مشروع فانجار ، قائلاً بغضب : « إن الطيران فى الفضاء مجرد هراء » .

والحق يقال إننا تخلفنا أكثر من أى وقت مضى فى إدراك المتاعب التى تواجه مهنة النبوة . فقد شاهدنا أمثلة كثيرة ، حتى من أكبر علمائنا وفلاسفتنا ، للفشل الكامل فى اختراق ظلمة المستقبل -- أمثلة لا نشجع أحداً ممن يدركون الطريق الذى سلكته النبوة على الوقوف يوماً ليصور بفصاحة ما سيجرى من حوادث فى السنوات القادمة ، أو أن يقف على الأقل ليصور بوضوح يكفى لفصل التنبؤات المعقولة عن التنبؤات العامة الجملة التى لا قيمة لها .

وها هو راييهولد نيبور ، أحد قادة اللاهوت فى هذه الدولة وعميد الكلية بمعهد الاتحاد اللاهوتى فى نيويورك ، يضع أصبعه برفق على مشكلة محاولة إنارة الطريق إلى المستقبل . قال : « من المستحيل أن تنبأ تنبؤاً دقيقاً عن حوادث المستقبل التاريخية على ضوء الشبه بينها وبين الحوادث السابقة . وليس السبب الوحيد فى هذا أن حرية المثليين والخلاقين البشر ، التى لا يمكن التنبؤ بها ، تدخل فى كل حادث تاريخي ، بل هناك فوق ذلك سبب آخر هو أن هذه الحرية تخلق تشكيلة لا حصر لها من الصور المسرحية تُفقد كل

التشبيهاً دقتها وتضفي الشك على كل التواترات . . . على أن التعايل التاريخي معقد تعقيداً لا نهاية له بحيث يصعب تحديد أى من الأسباب العديدة أو العوامل المكيفة على أنه هو المؤدى إلى حادث بالذات .

ولا بد من إنجاز غزو الفضاء والعوالم الأخرى عن طريق العمل الواقعي والشاق المألوف ، شأنه في ذلك شأن أى مثل أعلى أو حلم للجنس البشرى . فإن النتائج والأعمال الخارجية، التي تصعب أحداث كشف الفضاء، تجذب اهتمام الجماهير بفعل بريقها وسحرها . إلا أن وراء اشتعال الصاروخ الدافع الضخم - تكفى فترة قصيرة تقرب من ثلاثمائة ثانية لإرسال إنسان إلى المدار - مجهوداً ضخماً منسقاً يبذله جمهور كبير من العاملين ، يقدر عددهم بعشرات الألوف ، يؤدون كل ما يخطر على البال من أعمال ، من صناعة قطع الآلات إلى فحص خلو الطرق لتسليم العربات ، وفحص عشوش الأسلاك المعقدة ، ومسح الحمامات التي تستخدمها كل هذه العشرات من آلاف الناس . وما اشتعال اللهب على قاعدة الإطلاق إلا اللهثة الأخيرة في هذا التنسيق الهائل الطويل المضى الباهظ التكاليف . نعم هو كل ما يراه الجمهور ، ويغفل المساحة التي تنبجها إليها أنظاره .

على أنه يندر أن نرى عبارات تدل على المثل العليا ومشاكل تصريف الفضلات ترتبط معاً في مهمة واحدة. إلا أنه من غير الممكن فصل الإثنين، وغيرها من آلاف الحاجيات، من خطوة التقدم في الفضاء . وربما كان تركيز الإنسان على الحلم ، بدرجة تفوق تركيزه على العمل المضنى المألوف لتحقيق الحلم ، ربما كان هذا التركيز لصالحه . فإنه من الواضح أن الإنسان في حاجة إلى التطلم إلى النجوم مع تثبيت قدمه على أرض الحقيقة .

وقد ذكر المايجور جنرال دان أوغلى ، كبير جراحي السلاح الجوى الأمريكى : « منذ بدأت حياة الإنسان ، وقفت أجيال كثيرة على أعتاب

عصور جديدة . وقد كان من العسير في كل المصور غزو العوالم الأخرى ،
إذ أنه من الصعب أن تقفز إلى ما دون الأمر الواقع . إلا أن المستقبل كان على
الدوام يبدو حافزاً براقاً لا ولئك الذين يملكون البصيرة والطموح ... ولا بد
للإنسان من أن يحس بمفناطيسية الأهداف التي يمكن تحقيقها ويؤمن
بإمكان الوصول إليها ، حتى يكون على استعداد لمواجهة تحديات المستقبل .

وكان الجنرال أوجلي ، وهو أحد ثقات العالم البارزين في « طب الطيران
والفضاء » ، قد ذكر هذه العبارة في عام ١٩٥٨^(١) ، عندما كنا فعلاً على أعتاب
الفضاء . ولا زالت عبارة الجنرال أوجلي أحد قادة العالم في وضع أسس علم طب
الفضاء ، وخير في القتال لمدة سنوات ، تحمل اليوم نفس المغزى الذي كانت
تحمله يوم كتبت لأول مرة . قال :

« تجرأ كولومبس فعبر شاطئ البحر ليقدم لنا عالماً جديداً . وكان نصيب
وليم هارفي السخرية والهكم العلى عندما علم الدورة الدموية . وكان
ميكروسكوب ليوقن هو كس سبباً في قلب التقاليد الثابتة في الميكروبيولوجيا
(علم الأحياء الدقيقة) . كما تسبب فريق من الرجال في عهد قريب ، كانوا
يجمعون مرأ تحت ملاعب إحدى الكليات ، في تفجير القرة بقوة تؤثر في
الإنسان إلى الأبد .

« وقد ظل الإنسان والتاريخ يعملان معاً طوال الوقت لتحقيق أحلامه
دون أن يشعر العدد القليل من الرجال الذين كانوا يتأملون السماء والنجوم
بجاذبيتها القوية . كما تحققت خيالات الإنسان عن تحدى الجاذبية ، وأحلامه
عن الطيران ، عن طريق إنجازات مفرطة ومتزايدة خلال السنوات الخمسين
الأخيرة . وها هو حافز الأحلام والإبصار ، تعاونهما عزيمة للبقاء في عالم

(١) من مجلة كواترلى ريفيو التي تصدرها وزارة الطيران ، سيف ١٩٥٨ ، مجلد ١٠ العدد ٢ .

يسود فيه التنافس ، ها هو يدفع الانسان إلى الفضاء ، الذى يقوم فى ثبات بتخطيط طريقة عودته منه . وقد جذب عصر كشف الفضاء ، الذى تقوم به فى الوقت الحاضر ، اهتماماً وخيالاً عالميين . وهناك من الدلائل ما يكفى لإثبات أن إيمان الإنسان وقدرته العلمية سيؤيدانه فى هذا الإنجاز الذى لا حدود له

« ولم يعد كشف الفضاء خيالاً . فإننا نعتقد بناء على معرفتنا الحاضرة أن الأمل كبير فى هندسة الرجل والآلة لتحقيق طيرانات مدارية ناجحة^(١) . وفى اعتقادنا أنه يمكن تحقيق هذه الطيرانات من حيث الاتفاق ونحمله الإنسان كما أننا نعتقد أنه فى الإمكان ممارسة هذه الطيرانات من وجهة القيم العائدة .

« وإنه لمن الثير حقاً أن يبدأ التخطيط لعصر الفضاء بداية بطيئة . ومع أن هناك قلة من الناس تواجه المصور الحديثة ، فإن هناك كثيرين فى كل جيل من الأجيال يشعرون بفوات فرصة عظيمة من التطور والتقدم بسبب تأخر مولدهم . هؤلاء سيكونون ، كما بكى ألكسندر (وكان فى سن التاسعة عشرة وقتئذ) حسرة على عدم وجود عوالم جديدة يستطيعون غزوها . وعلاوة على ذلك فهناك فريق آخر لا يتطلع إلى الأمام ولا ينظر إلى الخلف ، لا يهتم بالمعرفة المتراكمة ، يتشبث بالحاضر ويمقت المستقبل . هذا الفريق شأنه شأن المعجوز الذى بلغ من العمر مائة من الأعوام ، فلما سئل عن التغيرات التى شهدتها فى حياته أجاب قائلاً : نعم ، شهدت بكل تأكيد كثيراً من التغيرات ، وعاصرت كل واحد منها .

« وستكون أمامنا على الدوام فرصة لغزو عوالم جديدة متى عقدنا النية على ذلك . إلا أنه لا بد من أن ندرك أن مستقبلنا سيتلبد بالغيوم ما لم نحدد من الآن الأهداف التى سنوجه إليها تفكيرنا وطاقاتنا وعزيمتنا ، فإن المجتمع يواجه

(١) تحقق أول طيران مدارى بعد ذلك بأقل من ثلاث سنوات

الآن تحدياً في كثير من المجالات - في السياسة ، والمثل العليا ، والدين ، والفلسفة ، وفي العلم في هذا الوقت بالذات . وقد أصبح لزاماً على كل جنس ، أو مجتمع أو دولة ، يرغب أن يعمر أكثر من الآخرين ، أن ينجز أكثر مما ينجزه الآخرون...

« ويواجه الإنسان، وهو يضع الخطوة لغزو الفضاء، ضيق الحيز المحدود الذي سيعيش فيه أثناء الرحلة . ومع أنه ، في تفكيره وأحلامه ، يتخيل النجوم التي لا يحدها سوى البعد الزمني ، إلا أنه لا بد له من أن يركب في رحلاته الفضائية محشوراً في كبسولة صغيرة تحوى بداخلها بيئة طبيعية ، يعيش فيها كما كان يعيش في الرحم الذي منحه الحياة على هذه الأرض . ومع أنه يحلم بحرية لا حدود لها في السماء إلا أنه لا بد له ، إذا رغب في السفر ، من أن يكون قادراً على القيام بأدق الأعمال وأكثرها مشقة وتقييداً ومهارة في الأداء إذا رغب في البقاء حياً » .

وقد أثير هذا التأكيد على التشابه الغريب بين الطفل الحبيس في رحم أمه وبين الرجل وهو حبيس في بيئة كبسولته . . أثير صرات ومصرات بين أولئك الرجال الذين يقومون بتحضير المعدات والأجهزة لمعاونة الإنسان في رحلاته الفضائية . فالتشابه واضح وقريب بين الإثنين . فلا بد لكليهما من وقاية ضد وسط غريب وعدائي . لا بد من وقايتهم من درجات الحرارة ، والصدمات ، والجو (أو انعدام الجو) . كما أنه لا بد من إمدادهما بوسائل التغذية على أساس منظم إذا أريد لكل منهما الاحتفاظ بصحة طيبة .

وفي هذا يضيف الدكتور ألان ماكجلاشان^(١) : « وربما كانت الجاذبية أغرب ما في ظروفها المشتركة . فالإنسان في رحلته الفضائية عديم الوزن ، لأن

قوة الجاذبية التي نعرف عنها أقل مما نعرف عن أية قوة طبيعية أخرى ، قد أبطل مفعولها بفعل القوة الطاردة المركزية .. مما يدعو الإنسان لعدم الاكتراث بتاتاً بالطريقة التي يحبس فيها داخل السفينة . وها هي الحياة داخل الرحم تشترك في هذه الخاصية ، إذ تمر علينا شهور متصلة ، لا نرى مثيلاً لها في حياتنا الأرضية ، نقنع فيها بالوقوف على رؤوسنا أو على أقدامنا ، ولو أننا نفضل فيها الوقفة الأولى .

على أن أعمال رجال الفضاء الذين يمخرون البحار المظلمة في مركباتهم الصغيرة المحركة القفل تدعو إلى الملل أكثر مما تؤدي إلى البهجة . فسوف تكون الرحلات بين الكواكب ، لسنوات عديدة قادمة ، رحلات مضية يحشر فيها الإنسان حشراً ، ويكتنفها كثير من المضايقات . فسوف تثار الطباع التي قد تصل إلى حد الهياج . وسوف تتجعد أنف رجل الفضاء ، في جو خال من التجديد ، بسبب روائح رفاقة الذين يقاسمونه ذلك الحيز المحدود ، يعملون فيه ، وينامون فيه ، ويؤدون فيه وظائفهم البدنية . ولا شك أنهم سيشعرون بالبهجة عند خروجهم من مركبتهم المستديرة ، أو سجنهم الضيق ، الذي يسمى سفينة الفضاء . كما أنهم سيشعرون بالغربة عند وضع أقدامهم على عالم جديد ، ولو أن البهجة بالخروج قد تغطي على الدهشة بالعالم الجديد .

وقد عبر طيارو الخطوط الجوية أفضل تعبير عن مستقبل الرحلات بين الكواكب . فلما طلب من أحدهم أن يصف ما تكون عليه قيادة الطائرات العملاقة ، أجاب قائلاً : « ستكون ساعات طويلة من الاضطراب والتوتر المصحوبين بالملل ، تتخللها لحظات من الفرع الشديد » .

إلا أنه لم يعد في الوقت الحاضر من يهتم بسؤال طيارى الخطوط الجوية : « لماذا تمخر طائراتهم بحور الهواء بهذا الانتظام وهذه الكثرة ؟ » . إن الاحابة واضحة بعد أن أصبح العالم مليئاً بالحركة الدولية ، من اتصالات وسفر

ونقل للبضائع . أما هذا السؤال — لماذا — فقد تحول إلى عقول الذين يراقبون
بمواطنهم للمتزجة الجهود التي تبذل لتحقيق السفر في الفضاء .

وقد قدمت أسباب كثيرة رداً على هذا السؤال . إلا أن المؤلف يود أن
يضيف رده الشخصي في هذا الصدد : ربما دفعه إلى إبداء هذه الرغبة طول خدمته
التي تزيد على أربعة عشر عاماً ، كان في أثناءها يراقب التوسع في مواقع
الإطلاق بكل من كيب كيندي ، وجزيرة ميريت الواقعة شمال غربي الكيب .
على أن التفكير في هذا الغزو الذي قبلناه ، والوصف الفلسفي للالتزامات
التي تدفع الإنسان نحو الكواكب والنجوم .. كل هذا شيء . أما معرفة
التعرض عن كسب ميكانيكية الطريق الذي أنزله هذه الأيام ولحظاته البراقة ..
فهذا شيء آخر يختلف تمام الاختلاف .

فإنه يبدو أنه قد مضى زمن طويل منذ أن كان موقع الإطلاق أرضاً جرداء
لا يقطنها إلا عدد قليل من السكان منتثرين هنا وهناك .. وكان أشهر بناء فيه ،
على مدى أميال منه ، هو منارته ذات اللونين الأبيض والأسود ، والتي تقف
متفاخرة بمضتها التي تبعث بها لترشد بها السفن القادمة نحو الشاطئ الأمريكي .
وقد أقيمت أول محطة للإطلاق في الكيب من أجل إطلاق النافاهو الذي
كان عملاقاً لامعاً يستنشق الهواء ، ويقتضى إطلاقه استخدام قوة ضخمة تدفعه
بحيث يصل إلى سرعة وارتفاع عظيمين يدفعان بالحياة قوية في نفائاته الجشعة .
فإذا ما راقبت هذا العملاق البرتقالي والأبيض المصنوع من الصلب ، وهو
يعلو فوق أشجار النخيل والرمال التي تغطي كيب كنافيرال (كيب كيندي) لبدا
منظره مخيفاً ، لا بسبب النافاهو نفسه ، ولكن بسبب الاندفاع الهائل الذي يمرق
به ذلك الصاروخ الأهيف ذو البطن المستديرة ، وفي مؤخرته غرف الاحتراق
التي ترعد بصوت يصم الآذان ، والتي كانت تولد مئات الآلاف من أرطال
الدفع في صورة لهب صارخ .

وقد انتهى المطاف بالنافاهو في مداخن برامج الأسلحة . إلا أن الدفعة الكبرى ، التي كسبها مستقبلنا الطيب منذ الأزل ، قد بقيت . فها هي نفس غرف الاحتراق التي دفعت النافاهو إلى السماء ، قد أصبحت ، بعد تطويرها وإدخال التحسينات عليها ، مصدراً للقوة في مركباتنا الحديثة التي هيأت لها الوسائل لإرسال الأجهزة والرجال إلى المدار وإلى القمر ، ثم إلى الكواكب الأخرى عبر السكون الموحش في الفضاء الرهيب . كما تطورت هذه الغرف ذاتها فولدت القوة الدافعة للمركبات ميركوري — أتلان ، وثور — إيبيل ، وجونو ٢ ، ودلتا ٥ ، وثور — إيبيلستار ، وسنتور ، وساتيرن ، وغير ذلك من مركبات الإطلاق في عصر الفضاء .

وقد كان لي في مدى هذه السنوات ، حظ مراقبة هذه العملاقات وهي تدوى برعودها ، وتنفث من مؤخرتها لهباً مبهراً للأبصار ، في حرارة البياض ، تضرب في الهواء موجاتها الصدمية ، وتبتعد عن الأرض بصرخاتها المدوية التذكارية . كانت هناك لحظات يتجلى فيها جمال خارق ، كان الضوء ينسكب بلونه الذهبي من مؤخرة عملاق صاعد ، ليمحو الظلمة من على وجه الأرض ، كأنه شمس تندفع نحو السماء الذي هبطت منه .

كانت هناك لحظات كثيرة من هذا النوع . كانت هناك الإجهادات الواضحة في التنسيق الضخم للتحضير والطيران اللذين كان لنا حظ مشاهدتها ، وشرف المساهمة فيها .

وتعكس هذه اللحظات ، التي تتراكم بمرور السنين ، أشياء كثيرة فكم من القلق ساد آمالنا وأحلامنا التي كانت تتمثل فيما مضى في رؤية مركبة ، مهما صغرت ، وهي تطير في السماء ! وكم من الغرابة يحل بك اليوم عندما تقف على الكيب لتراقب جيلاً جديداً ، عملاقاً في صورة ساتيرن ، تنصت إلى هديره اللامر ، وتستمع إلى رعده الذي يقرقع في السماء ويهز الأرض ، تراقبه وهو يصعد بثبات من الكوكب الذي ولد فيه ، ويدق طريقه نحو الفضاء السحيق .

ونسلم ، كما سمعت الأجيال التي سبقتنا ، أن عالمنا هذا قد أصبح مكاناً عريقاً تضعب فيه الحياة ، تراجعنا فيه تهديدات القناء النووي ، وسرطان الفقر والجريمة وانحطاط الأخلاق ، وغير ذلك من آلاف المشاكل ، مما يدفعنا إلى إلقاء اللوم على زماننا الذي نعيش فيه ، وعلى الأزمنة الغابرة بمسألتها التي لا وجود لها في وقتنا الحاضر .

ولدى شعور بأن أولئك الناس الذين يتابعون هذه الأحلام يسلبون من أنفسهم العجب الذي يلزم المستقبل .

وقد فكرنا وتدارسنا ، ونحن نقف على الكيب ، نراقب العلاقات وهي تنطلق إلى الفضاء بضوئها ودويها ، فكرنا فيما يبنى كل هذا في المستقبل البعيد . فإذا نجحنا يوماً ما في جهودنا التي بدأناها الآن ، فسوف يقف الإنسان على كثير من العوالم الأخرى . إلا أن هذا قد يستلزم قرناً أو عدة قرون . إلا أن أمر قياس الزمن لا يهمننا كثيراً .

وإذا نجحنا فسوف ينتقل الإنسان يوماً بين النجوم ، وسيكون قد وطأ بأقدامه ألف عالم جديد أو عشرة آلاف من العوالم ، وألف ضعف من هذا العدد من العوالم الجديدة الممتدة عبر هذا الكون .

وسوف ينظر هؤلاء الرجال إلى الوراء ، إلى الوقت الذي بدأ فيه كل هذا الجهد ، إلى وقتنا الراهن ، إلى الوقت الذي بدأ فيه الإنسان لأول مرة بلقي محبوبه بين النجوم ، عندما بدأ في إحضار جنسه إلى أقرب نقطة للبقاء .

والوقت الذي بدأ فيه الإنسان لأول مرة بلقي محبوبه بين النجوم . . . هذا الوقت هو وقتنا الراهن ، وهو الآن . ولا أظن أن هناك لحظة في التاريخ أفضل من هذه اللحظة ، لحظة نعيش فيها لتسام في جهد يعد أعظم الجهود .

ما أعجب هذا . . . مقعد كبير تراقب منه الجنس البشري وهو يكشف العوالم الأخرى .

الفصل الخامس

الإنسان هو المشكلة

الإنسان في الفضاء لغز يحير العقول . فقد ثبت أن طبيعة الشاكل التي يثيرها وجود الإنسان محنة مضمّنة للمهندسين الذين يشنون حرباً دائمة لقياس قيمة الراكب الذي يتألف من دم ولحم ضد وزنه في الصناديق السوداء . فالمهندس ، من ناحية ، يبتهج لبعض صفات مميزة بالذات : آلة متحركة يبلغ وزنها في المتوسط ١٥٤ رطلاً ، لها قدرة على التفكير ، وقدرة على اتخاذ القرارات دون اللجوء إلى الأجهزة الميكانيكية ، وقدرة على إدراك الأخطاء الجسيمة فور وقوعها وإجراء التعديلات لملافاة أخطائها ، وقدرة على القيام بعمليات الصيانة والإصلاح الذاتيين .

إلا أن هذه المزايا تقابلها مشاكل تلازم الإنسان نفسه . فهو ، في نظر المهندس الذي يخطط لتسارع مركبة الإطلاق (وللتباطؤ عند العودة إلى الأرض خلال الجو) ، عبارة عن ربطة من الأدوات أفضل وصف لها أنها شنطة مستطيلة من الدم وبعض الموائع الأخرى . . وعاء مليء بالسوائل لا يمكن ضغطه إلا إلى حد معين ، وإلا فقد يحدث أن يتمزق هذا الوعاء ، أو بعض أجزاء من هذه الشنطة التي تسكوها طبقة من الجلد . فإذا حدث هذا وتناثرت موائع هذا الجسم ، نتيجة لهذا الإهمال أو التواكل داخل سفينة الفضاء ، لكان له أكبر الأثر على احتمال إتمام المهمة الموكولة إلى تلك السفينة .

وكان الكولونيل جون بول ستاب ، بالسلاح الجوي الأمريكي ، قد منع لقب « أشجع رجل في العالم » بسبب تعرضه للدمر لتباطؤ عنيف (عجلة سالبة) داخل عربات تدفعها الصواريخ - في رحلات قصيرة على طريق حديدي تعرض فيه ستاب إلى قوى تعادل خمسين ضعفاً من قوة الجاذبية ، مما كان يقذف

به إلى جو من القلق الشديد لا يعفيه منه إلا فقدان الوعي (ليعود إليه مرة أخرى عند استرداد وعيه) . ولم يقض سوى عدد قليل من الناس السنوات الطويلة من العمل للرهبى فى أغلب نواحي الطيران الفضائى — أقصد النواحي الطبية — التى قضاها الكولونل ستاب الذى أشار، رغم تأييده القوى الذى لا شك فيه لوجود الإنسان فى الفضاء ، إلى أن الإنسان :

« تحيط به قيود خطيرة معينة ومستلزمات باهظة التكاليف: مثل الانفعالية ومواصفات بيئة معقدة لا تسمح إلا بانحرافات ضيقة ، ووسائل النقل المتعبة ، والتخلص من الفضلات الكبريه والقيود الملزمة له بسبب العوامل التى تعترضه فى الطيران .

« وقد شبت انفعالية الإنسان بمشكلة نسبة « الإشارة إلى الصوت الذى تحدثه » فى الاتصالات الإلكترونية ، ولو أنها تزيد عنها ، إلى حد لانهاية له فى مدى التغير والتنبؤ بها . فلا يكفى وجود العناصر الأساسية لبيئته الطبيعية ، بل لابد فوق ذلك من الاحتفاظ بقدرة على التحكم فى أحوالها الطبيعية والكيمائية التى تتوفر فيها الحساسية والوثوقية . فلا بد من أن يكون طعامه وشرابه وأكسيجينه بكميات وافية أو أن تجرى عليها عملية الدورة الحيوية إذا كانت الرحلة من الطول بحيث لا تسمح بحمل الكميات الكافية . وفى وسعه إما أن يظهر فضلاته ويخزنها أو يجرى عليها عملية الدورة الحيوية فى صورة يمكن تناولها طعاماً أو شرباً . ولا بد بعد ذلك من أن يتخذ الاحتياط من حيث وزن الإنسان وما يستلزمه من حيز — أقل حيز ممكن — فى مدة الرحلة وما تتطلبه من أنشطة .

« ولنفرض أنه قد تم التغلب على جميع هذه العوائق المزعجة وأن الراكب البشرى قد اتخذ جلسته التى تمتاز بالأمان داخل الكبسولة . ومع ذلك فلا زالت هناك عقبات ضخمة تدفعه إلى البكاء كما بكى هاملت فى كلمات شكسبير الذى يتمتع بقدرة دائمة على التكهن : « يا إلهى ، لا أمان فى أن أودع داخل قشرة الجوزة مقابل أن أصبح ملكاً فى فضاء لانهاى لولا أن لى

أحلاماً» على أن الإرهاق والعزلة وضيق الحيز كلها عوامل تحد من فعاليته داخل نفسه ، عوامل في وسعها أن تحيله في النهاية إلى سخافة الهلوسة وشروذ الدهن . ولا بد من تعيين مدى تحمل هذه العوامل على ضوء ما توقعه من إجهادات وأنشطة تقتضيها الرحلة الفضائية ، ما لم تكن هناك وسيلة لتجديد فعاليته والاحتفاظ بها عن طريق الراحة والاتصالات العديدة والتمرين والتنظيم الذاتي للدفع المدرب^(١) .

وقد كان من حظنا ، في كثير من مجالات بقاء الإنسان حياً في الفضاء ، أن تركنا التخمين خلف ظهورنا ، وأصبح في وسعنا أن نتطلع برضاء إلى بناء قوالب من التجربة الشاقة . فإدى العلماء والمهندسين الذين يتعاونون في تهيئة الظروف داخل سفينة الفضاء للرحلات الطويلة المدى ، لديهم على الأقل من المقاييس ما يساعد على قياس المعدات والظروف التي يجب أن تتوفر فيها الضمان الكامل .

فإذا واجهتهم لحظات محيرة استعانوا بمقاييس أخرى تضمن لهم دقة عملهم . على أن هناك ، بنض النظر عن الاعتبارات الفلسفية ، حداً نصل إليه في ارتياد الفضاء حيث تقل عنده التكاليف والكدر اللذان تتطلبهما وقاية الإنسان عما يتطلبه مجرد بناء المعدات الميكانيكية التي تحمل محل الإنسان في أداء واجباته .

على أنه في وسع القمر الصناعي ، في كثير من المهام الفضائية — على نحو ما أوضحه الدكتور فان ألن في وصفه للقمر إنجان ١ — أن يؤدي بعض المهام بدرجة من التفوق لاتصل إليها سفينة الفضاء التي تحمل إنساناً . إلا أنه ستأتي لحظة ما نستطيع فيها أن نجمع بين قدرة الإنسان على الحكم والتمييز

(١) من مقال بعنوان The Human Factor in Space Travel نشر بمجلة كوارترلى ريفيو التي تصدرها وزارة الطيران ، المجلد ١٠ ، العدد ٢ .

والتكليف وتنوع الزايات ، بعبارات هندسية صارمة . ومن هنا يتضح أننا أمام عاملين يطفيان على كل ما سواهما من العوامل . فكلما زاد تعقيد المهمة ، وزاد بعد المكان الذى تنجز فيه المهمة زادت الحاجة إلى قدرات الإنسان المتنوعة . على الحكم والإصلاح . ويقرر المهندسون بإصرار أنهم يستطيعون بمقاييسهم الحالية أن يروا النقطة التى يجرى فيها تحويل الوثوقية .

إنها نقطة ما تقع فيما بين القمر وأقرب الكواكب إلينا ، نقطة يكون فيها إرسال رجل بكل مشاكله ، أيسر أمراً وأقل إنفاقاً ، وأكثر وثوقية ، من محاولة خلق البديل الصناعى للإنسان الحى الذى يتمتع بتلك الزايات . وينظر المهندسون ، الذين كانوا يعيشون لفكرة إدخال إنسان وسط أجهزتهم الآلية النفيسة ، إلى اعترافهم بهذه العوامل بمزيج من الاستنارة والسكدر . وإنه لمن المذهل أن يوزن الإنسان بهذا الوضوح بدلالة خصائص هندسية ، وأن يستغرق وجوده أقل إجهاداً من اختفائه جملة من المسرح . فإن مشكلة ضمان قفل الصمامات ، وفتح المفاتيح عند نقطة التحويل لزمونية والمكانية ، تصبح أخط مشاكل تخلص الإنسان من فضلاته السكرية ، والاحتفاظ بلياقته ، وإمداد ذاته بقدر من الشرود يسكنى لمنع بلبلته بأشياء لا معنى لها فى جهاز إرساله اللاسلكى .

ومن أهم نواحي مشكلة وقاية الإنسان فى الفضاء ، وعلى سطح العوامل الأخرى ، دراسة ماسيقله الإنسان بعد مغادرته الأرض التى تتوفر فيها الوقاية الطبيعية . على أن النظر إلى الإنسان على أنه يطفو برفق وسط الغازات والسوائل وغير ذلك من مقومات الحياة داخل الكبسولة شىء ، وأن الإنسان إنما هو مرحلة تزيد قليلاً عن كونها امتداداً للحياة داخل الرحم شىء آخر . فنحن نتوقع من الإنسان أن يشق طريقه بنفسه بعدما ذهبنا إلى هذا للذى البعيد من الإنفاق الضخم لمجرد إرساله إلى هناك .

ولا بد للإنسان من أن يعمل للحصول على عائد من هذا الاستثمار . لا بد له من أن يقدم إنتاجاً في مجال المعرفة ، ابتداء من أخذ أرصاد وتحليل ما يراه وما يصادفه من حوله ، حتى قيامه بدور للمرضى والخادمة لعدد كبير من الأجهزة الخاصة التي أرسلت معه إلى الفضاء أو إلى سطوح مختلف العوالم . عليه أن يجمع البيانات حتى يستطيع بعد عودته أن يعلن لا عن عودته من عملية الاستثمار فحسب ولكن عن الأرباح التي جناها أيضاً .

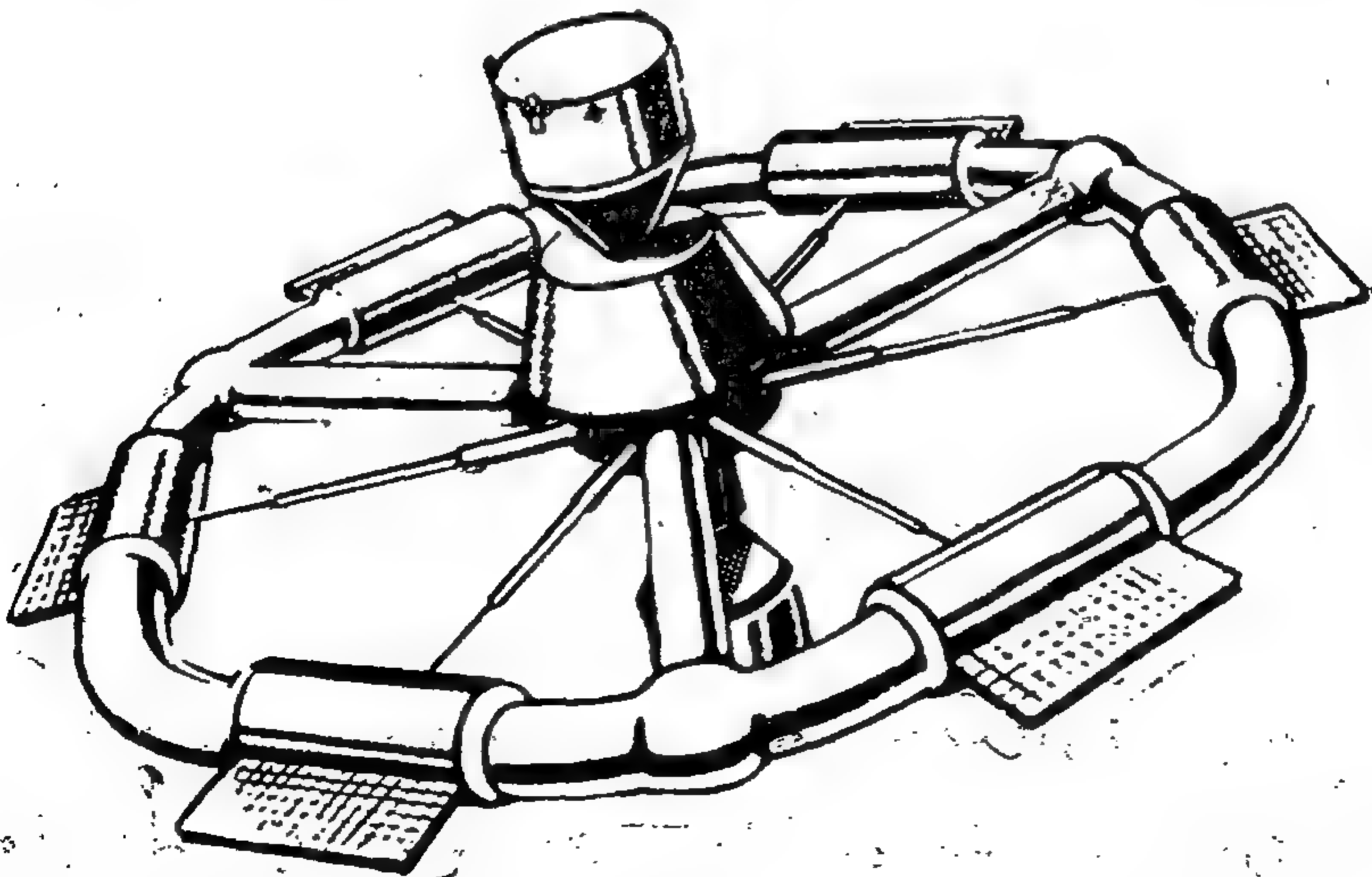
ومن الواضح أن الإنسان في الفضاء آلة من آلات الكشف . فلسوف تنقل تقاريره عن انطباعاته إلينا ما صادفه من تجارب ذات مغزى . فإذا ما تجمعت وتآلفت هذه الانطباعات مع البيانات التكنولوجية التي حصلت عليها الأجهزة وقامت بتسجيلها ، هيأت للعلم الوسيلة الأزيد من الاستنتاجات ، وأدت إلى الإجابة عن كثير من الأسئلة التي أثارنا فضولنا لعشرات من السفين . وفوق ذلك كله فإن هناك أمر الكشف الذي قد لا نستطيع التنبؤ به . وفي هذا وحده يكمن العائد الأكبر لذلك الاستثمار .

على أنه إذا طلب من الإنسان أن يرصد الأرض ، وهو في المدار ، فلا بد لنا من أن نمدّه بوسائل الرؤية . فمن الأمور الحيوية بالنسبة إليه أن يتمكن من رؤية العالم من تحته وأن يفحص تركيب مختلف تشكيلات السحب وأنسابها . لا بد له من أن يرصد ، ويسجل ، وأن يرسل النتائج . عليه أن يرصد ، لا الأرض وما يلازمها من أصناف الطقس المختلفة فحسب ، ولكن بعض الفواهر الأخرى أيضاً ، كالشمس وضوئها البروجي ، والأحزمة الكهربائية التي تطلق الأرض ، كالوهج القطبي ، والقمرة ، والأجرام الفلكية الأخرى . على أن هذه الأرصاد في حاجة ماسة ، لا إلى تمرين جسمه وعقله فحسب ، ولكن إلى قدرته على استقلال الأجهزة والآلات التي تمحيط به .

ويقتضى كل هذا منه قدرة على الحركة ، حركة مقيدة إلى حد ما داخل سفينة الفضاء في بادئ الأمر ، كأن يستطيع أن يدور ، وأن يثنى جسمه ، وأن يشغل ذراعيه وسائيه ، وأن يضبط وضعه على نحو ما يقتضيه تشغيل أجهزته . فإذا ما أصبح الطيران المدارى أقرب إلى اعتباره وسطاً منتظماً تجري فيه العمليات الفضائية من أن يكون المخاطرة المشهية كما تعودنا أن ننظر إليها ، فستحول بالتدريج نحو النواحي العملية من هذه الطيرانات بدلاً من النواحي المثيرة فيها . ويعنى هذا ، من الناحية العملية ، أن تقل قيمة رائد الفضاء بنسبة عكسية مباشرة لقيمة العالم الذى يهتم قبل كل شيء بدراسة كل ما يمكنه دراسته في هذا العالم العجيب الذى تسوده ظروف غريبة عنه بدلاً من أن يلهم بأجهزة التحكم الرد فعلية أو يتحمس لأداء الأجهزة الميكانيكية . وسيكون العالم فى الفضاء فى حاجة إلى قدر من الوقاية يزيد على ما يحتاج إليه زميله رائد الفضاء الذى يقنع بما فعله معاصروه من الوفاء بواجباتهم الهندسية ، وتأكيدهم من أن التجمعات الميكانيكية من حوله قد سدت بأمانة احتياجاته البيولوجية وسلامة عودته إلى الأرض . أما فى الأيام القادمة فستكون هذه الوثوقية من بديهيات العمليات الفضائية ، بينما تترك الحرية للعالم فى الدراسة والمعايرة والحكم والقياس والفحص ، وكلها أعمال تضى على قلبه البهجة والانشراح وهو يطير طيراناً حراً .

ولن يقبل أى من العلماء القيام بمخاطرات من هذا النوع دون أن يكون قد أخذ نصيباً ولو يسيراً من التدريب على التشغيل الميكانيكى للآلات الدافعة لسفينة الفضاء ، علاوة على دراسات المبادئ الأساسية فى مدارس الإبقاء على الحياة ، لتلا سقط هذا المسافر العالم دون حفاوة فى وسط دغل من الأدغال ، أو يهبط دون رفق فوق سلسلة من الجبال المنشارية الأسنان . وبناء على هذا فلا بد من أن يكون رجل العلم الذى يتدفع نحو الفراغ من نسالة

أقرب إلى الجيولوجي الذي يعمل في الخلاء منه إلى زميله الذي يلمه في المعمل .
على أن هناك ميلاً طبيعياً للشغف بتجازفة الطيران في الفضاء دون اهتمام
بضرورة مهارات معينة تلزم للحصول على نتائج عملية وهندسية يمكن أن
تكون بمثابة عائد مباشر للإنفاقات الضخمة التي لابد منها لإنجاز المهمة . فإذا
كننا قد تعلمنا شيئاً من طيرانات ميركوري الأولى، علاوة على الدروس الخاصة
بالإبقاء على حياة الإنسان ، فهو أنه لن يسمح بترك أى عالم زمنياً يكفي لأن
يهمل احتياجاته التكنولوجية ليُعْبَث بأصابه العقلية وهو يتأمل النجوم من
خلال نافذته الزجاجية السميكة . فهناك الأرصاد الأساسية الفلكية والطبيعية
الأرضية التي نتوقعها من أى عالم تهيأ له فرصة الطيران في مدار حول الأرض .
وسنرسل إلى الفضاء في المستقبل القريب حزماً يزيد وزنها على
٢٤٠٠٠ رطل في الإطلاق الواحدة . وستقوم هذه الحزم بعملية فك وفصل
أجزائها ، محدثة صرباً وأيندناو هي في طريقها إلى الخارج ، لتكوّن
الأجزاء المتناسكة في محطة فضائية ، سرعان ما تجهز ، لا بمقومات الحياة فحسب ،



(شكل ١٣)

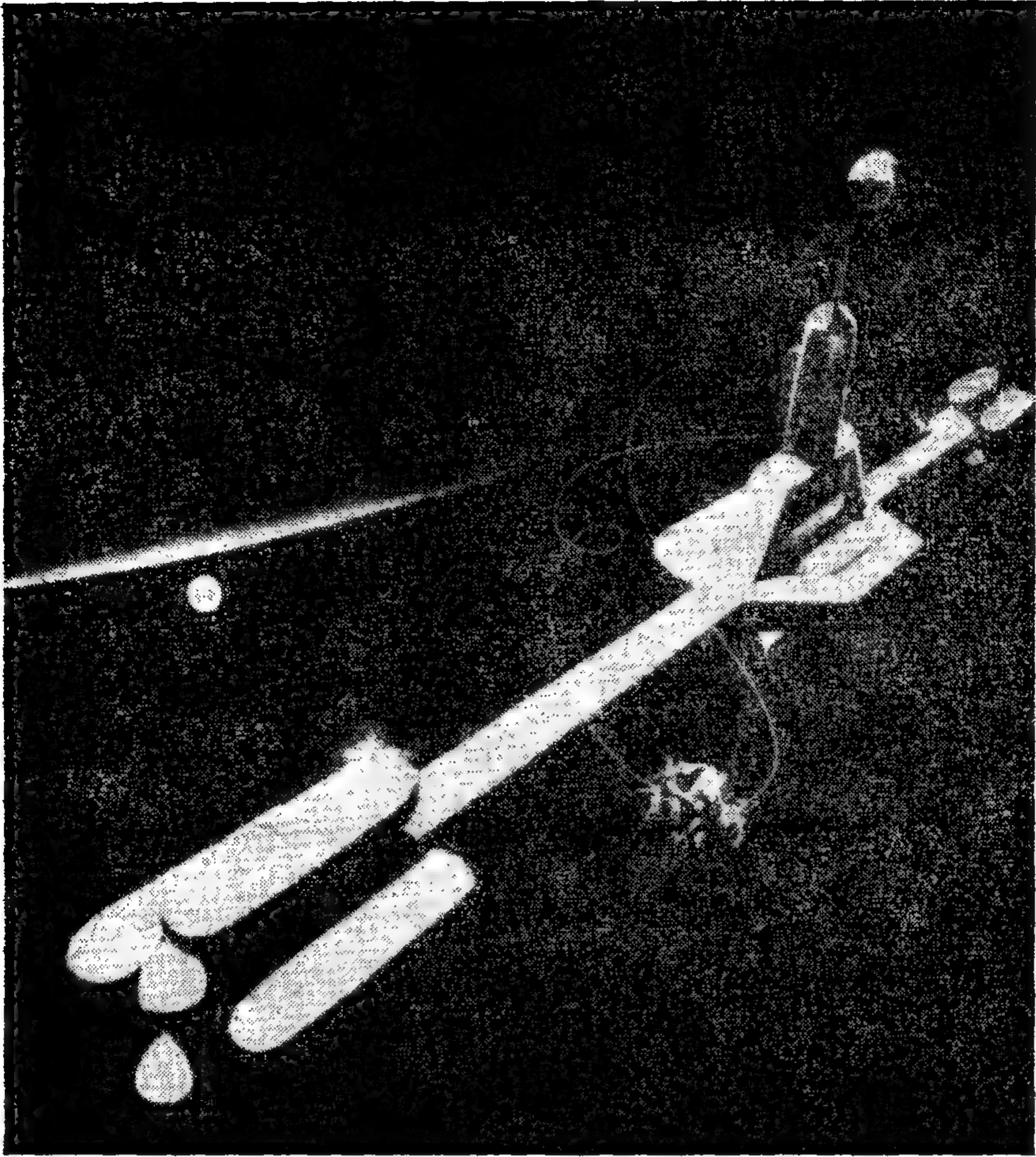
محطة فضاء قابلة للتوسيع

ولكن بالمعدات التي تتطلبها الإقامة الطويلة في الفضاء ، فتصبح لنا بمثابة محطة علمية مذهشة بعيدة عن الأرض ، يقوم فيها رجال ذوو مهارات خاصة بأداء أعمال تؤدي بسرعة إلى زيادة في معرفة الرجال عن عالمهم وعن البيئة الإشعاعية التي نطير فيها .

على أنه لا مفر من أن يكون من أشد الموضوعات حاجة إلى الدراسة تحت الظروف الفضائية ، حيث لم يعد حيز العيش أهم للموضوعات ، أصدقائنا البشر أنفسهم . فالإنسان ليس مجرد مادة مهمة من مواد الدراسة . بل إن زيادة معرفتنا عن جسم الإنسان وأجهزته تحت ظروف الطيران الحر والجاذبية المقلدة (القوة الطاردة المركزية الناتجة من دوران محطة فضائية) تعتبر هدفاً أولياً ودقيقاً من أهداف الطيران الفضائي .

وسوف تكون في متناول أيدينا عندما مامتلك المعامل المدارية الضخمة — ربما في خلال ست أو ثمانى سنوات يمكننا تحقيق ذلك بواسطة الصاروخ الدافع العملاق ساتيرن ه الذى سيزن ٦٠٠٠ ر ٦٠٠٠ من الأرطال عند الإطلاق . — الفرصة القريذة لإجراء دراسات في الفضاء على ما كنا قد درسناه بعناية فائقة على الأرض . وسيقوم هؤلاء الرجال ، تحت ظروف انعدام الوزن وبنفس التحكم الدقيق والعناية الشخصية اللتين وهيهما العلماء لدراساتهم في المعامل الأرضية ، سيقومون بإجراء تجارب بيولوجية عن تأثير انعدام الوزن ، والإشعاع الشمسى والتكوئى ، والدوريات الجديدة ، وغير ذلك من مختلف الظروف البريبة عن الحياة الأرضية والتي لا توجد إلا في الظروف خارجة عن عالمنا .

وسيجدون من الممكن ، في ميعال له هيفه الصفات القريذة التي تطلم إلى تحقيقها ونعمل بجهد لإخراجها في هذا المستقبل القريب ، أن نجرى بحوثاً أساسية وتطبيقية . وربما تمكنا من صناعة أجهزة مقلدة يشية تقام تحت نفس الظروف



(شكل ١٤)

العمل في الفضاء

أعمال هندسية يلزم إجراؤها في محطات مدارية
كبيرة تحمل رجالاً

التي سيلتزمون بالعمل فيها خلال الرحلات إلى الكواكب ومنها. على أنه
من يكون من المستطاع إجراء تجارب من هذا النوع، كإقامة أجهزة
بيئية مغلقة، لها مغزى حقيقي، إلا تحت ظروف تتيحها محطة كبيرة محملة بالبشر
تدور في مدار حول الأرض مع ضمان أكبر قدر من احتياطات الأمان بسبب
الخبرة العملية والقرب من الكواكب الأرضية. وسيكون من المرجو من

الملاحين الذين سيقومون برحلاتهم خلال الفضاء ، بعد هذه الاختبارات ، أن يبدأوها وكلهم ثقة في سلامة معداتهم وقدرتها على الأداء الطويل المدى . وسيدركون بعد مجازفتهم هذه أن الجهاز قد أدى عمله تحت الظروف الفضائية وأن المجهول قد انكشف إلى حده الأدنى .

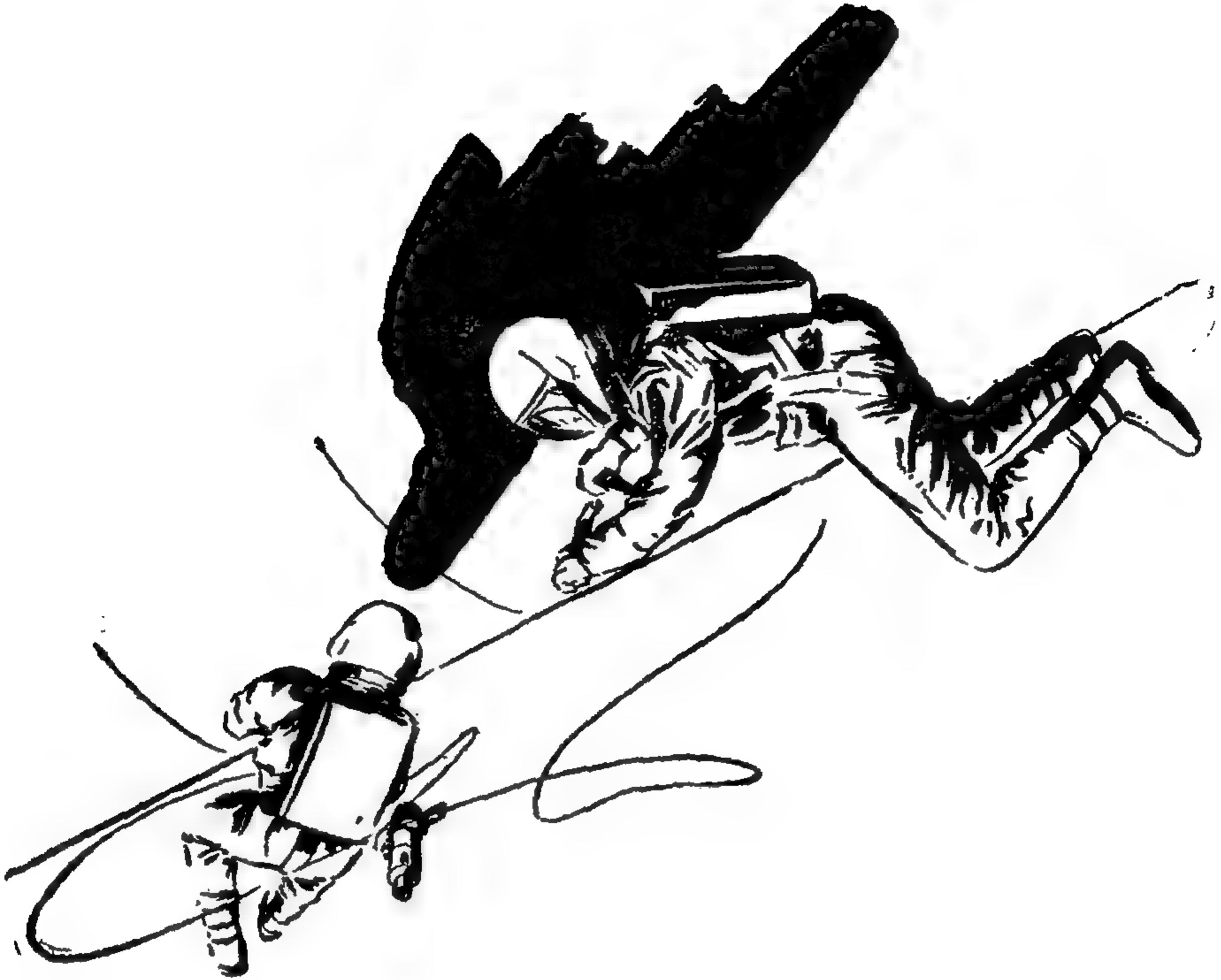
وقد دار جدل طويل حول نزول الإنسان على سطح القمر ، وعن الخطوات والأنشطة التي سيجريها الكشافون الأوائل ومن يتبعونهم لينذروا الإضطراب على هذا الكوكب الصغير الخشن الذي لا يبعد عن الأرض بأكثر من ربع مليون من الأميال . على أن هذا الاهتمام بهذه الكرة العذائية التي تشوها البثور ، يحجب وراءه المحطات الكبيرة ، القيمة للإنسان في الفضاء وعلى الأرض ، والمعدة إعداداً كاملاً ، والتي تدور حول الأرض ، على مسافة قريبة قريباً كافياً يساعد على تكرار عمليات النقل فيما بين المحطة والأرض ، وفي نفس الوقت على مسافة بعيدة بعداً كافياً عن الجو لضمان الدوران حول الأرض لا لشهور بل لسنين أو عشرات السنين .

على أنه ليس من المهم فحسب بل من الحتم إطلاقاً أن يصنع الإنسان وسائل التحرك الحر في الفضاء . ويتدرب على فنونها . وإن يكون هناك مجال للجدل حول تفوق الإنسان على الآلة أو الآلة على الإنسان بمسألة أن تتحقق فكرة محطات الفضاء الضخمة التي تدور حول كوكبنا . فإذا ما وصلنا إلى مرحلة القيام بعمليات في الأجهزة المعدنية ، فقد دخلنا مجال الهندسة الملاحية الفلكية . فلا بد للرجال من حرية التحرك خارج الأرحام الواقية بسفن الفضاء ومحطات الفضاء ، حتى يستطيعوا الوفاء بمشرات الآلاف من الأعمال والالتزامات الخاصة .

فأعمال الهندسة والتجميع والتركيب أثناء الطيران الحزب تحت ظروف

انعدام الجاذبية - تمثل مرحلة من مراحل تطوير القدرات الفضائية ، تمكنت من سد الفجوة بين الغامرة للثيرة وعمليات الأجهزة المعدنية الفضائية .
ولدينا في هذه الأيام فرصة صغيرة للاختيار في متابعة الأعمال التي نرغب في إنجازها في الفضاء . ولما لم تهباً الفرصة لأي من رواد الفضاء لمغادرة سفينته حتى كتابة هذه السطور (ولو أنه من الجائز عندما تكون هذه الصفحات في مرحلة الطبع أن يتحقق هذا الحدث على يد رواد الفضاء الروس ، كما أنه من الجائز أن يتكرر بعد ذلك بقليل على يد رواد الفضاء الأمريكيين في برنامج جيميني) ، فإنه لا بد لنا من أن نقوم بأداء كل أعمالنا الهندسية الفضائية على سطح الأرض بالطريقة المألوفة . إلا أننا نفضل بشغف أن تؤدي جزءاً كبيراً من الأعمال الهندسية في الفضاء ، حتى يصبح من الممكن ضبط الصفات الطبيعية لسفننا الطائرة في مدارها ، تبعاً لمتطلبات واحتياجات العلماء . ولما كنا عاجزين في الوقت الحاضر عن الوفاء بهذه المهمة ، فما نحن نقوم بإنجاز الأعمال الهندسية الفضائية على الأرض ، ولا بد من إرسال التجميعية بأكملها إلى المدار الأرضي . وبما لا شك فيه أننا قد نجحنا بالرغم من هذا التعقيد (كما حدث في الأقمار الصناعية الخاصة بالإشعاع والساحة الأرضية والاتصال والطقس والملاحة والمراقبة وغيرها من الأقمار) ، ولو أننا لم ننجز كل ما كنا نود إنجازَه .

والإنسان هو المشكلة . فلننا في حاجة إلى بطولات فضائية ، ولكن إلى مهندسين وبنائين فضائيين يستطيعون بأيديهم أن يعملوا أثناء الطيران الحر ما تستطيع الأيدي بناءه هنا على سطح الأرض . نحن في حاجة إلى القدرة الهندسية والبنائية في الفضاء حتى نستطيع أن نستغنى عن مجازفة ارتياد الفضاء وتطلع إلى عائد العمليات الهندسية التكرارية
وسيكون من الخطأ الجسيم أن نستنتج أن كل ما نحتاج إليه هو أن نمد



(شكل ١٥)
البناء والصيانة في المدار

رجالنا بالآلات وبدل الضغط حتى يتمكنوا من مغادرة أرحامهم الواقية في سفن الفضاء ليؤدوا أعمالاً هندسية وهم مسترخون داخل بدل الضغط . فالعمل أكثر تعقيداً من هذا بكثير . والهندسة والبناء الفضائيان سلاطة أخرى تختلف عما تعودناه من أعمال على سطح الأرض ، ولا تقاس بتاتا بما نعرفه من الأعمال التي ستواجه الرجال في الفراغ البعيد عن جونا . وقد وصفت هذه الأعمال في الفضاء بأنها قصة عجيبة ولو أن هذا أيضاً تعبير أقل من الواقع . على أنه يرجى أن تكون الهندسة والبناء الفضائيان عملاً ثورياً تماماً . فلا بد للرجال من أن يتعلموا قبل كل شيء كيف يتغلبون على الصعاب التي ستواجههم أثناء عملهم وهم في بدل الضغط التي تمنع عنهم خطر البيئة الفضائية القاتلة . والمشكلة هي ذات المشكلة

التي تواجه رجلاً في بدلة الضغط يعمل في جو من الغازات القاتلة، وفي الإمكان تمثيل الفراغ تمثيلاً صحيحاً بـمكان لا ضغط له ولا جو . ولا بد من أن يكون موقف الرجل الذي يرتدى بدلة في الفضاء هو المحافظة على قطع الاتصال بينه وبين الفراغ — منعاً لوقوع أى خلل في سلامة الضغط ومصادر قوى بدلته التي تكون بمثابة درعه الواقى .

إلا أن العمل تحت ظروف انعدام الجاذبية ، علاوة على ذلك ، يستلزم تعويضاً دائماً لفقدان الوزن ، كما يتضمن عناصر الفعل ورد الفعل المحيرة . إذ لا يستطيع الرجل تحت ظروف انعدام الجاذبية أن يقوم بإدارة مفتاح ليفك به صامولة . فإنه إن فعل هذا بالآلات التقليدية التي نستعملها على الأرض ، فإن الضغط الذي يستمدّه من ذراعه ومعصمه ويده لن يستطيع تحريك الصامولة ، ولكنه بدلاً من ذلك سيدفع الرجل إلى الدوران حول الصامولة . وهناك أيضاً مشكلة فريدة تسبب الكدر ، هي مشكلة الأشياء التي فقدت وزنها ، ولكنها لازالت تحتفظ بكتلتها . فهي الكرة الحديدية، التي تزن وهي على الأرض ٥٠٠٠ رة من الأبطال ، لاتزن أثناء الطيران الحريشياً بالرة . إلا أن هذا لايعنى أن عامل البناء المدارى يستطيع أن يطفو إلى الكرة ليدفعها إلى مكان بالذات يود أن تكون فيه . فلما كانت كتلة الكرة ما زالت أكبر بكثير من كتلة الرجل فإن دفعة قوية من هذا النوع كفيلة بدفع الرجل مرتدّاً بسرعة في اتجاه مضاد لاتجاه دفع عضلاته .

وتقتضى هذه المشا كل إيجاد حل لها في أقرب وقت ممكن ، إذ لا بد من وجود الرجال لتجميع محطات الفضاء ، ولإعدادها وتجهيزها للإقامة أو السكنى . لا بد من وجودهم لتجميع مئات من الوحدات اللازمة لبناء هوائيات عملاقة في الفضاء ، وإقامة محطات لإعادة التزويد بالوقود والإمكانات اللازمة للسفن قبل رحيلها في رحلات طويلة المدى نحو الكواكب ، ولبناء المركبات — وهم في المدار — التي ستطلق إلى هذه الجهات البعيدة .

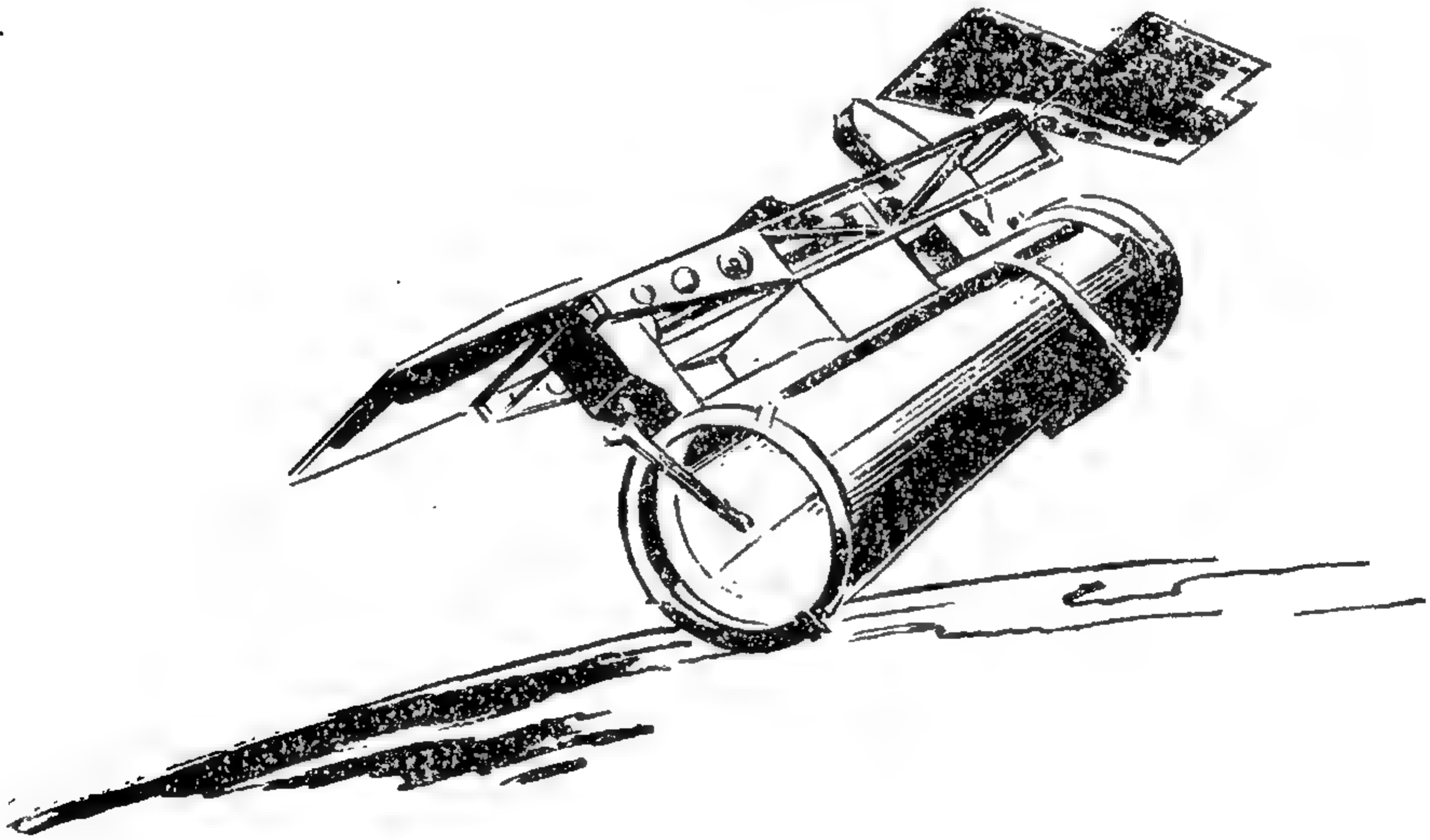
والعلماء شغوفون ببناء تلسكوبات فلكية عملاقة في المدار ، بعيداً عن الآثار المزعجة التي يسببها دوران الأرض ، والنجوم المظلم المكن الذي يتدخل في ظروف الرؤية من سطح الأرض . كما أنهم متشوقون لوضع تلسكوباتهم البصرية في مدار أرضي حتى يستغلوا المزايا الفريدة التي يتيحها التخلص من الجو المضطرب وما يعلق به من تلوث . كل هذا تتطلع إليه برغبة قوية ، إلا أن تحقيقه أصعب بكثير مما تصور .

وقد يصبح من اللازم أن نشكل السطوح العاكسة لمرصدنا الفلكية الكبرى ونحزن في المدار . وهذا يعني ضرورة العمل تحت كل الظروف التي يتميز بها الطيران الحر ، والإشاعات الشمسية المباشرة ، وردود الفعل الغريبة التي تمارسها المعادن تحت ظروف الفراغ ، ومشاكل انعدام الوزن مع بقاء الكتلة ، وغير ذلك . فلماذا هذا الجهد بالذات ؟ لأننا نود أن نقيم تلسكوبات ضخمة بالمعنى الحرفي للكلمة ، حتى نستطيع أن ندخل تحسينات هائلة على أرصادنا لما بين الكواكب وما بين النجوم . فمن الحال أن نبني المرصد العظيم على الأرض تحت ظروف الجاذبية ، ثم نحمله أعلى صاروخ ، وندفع هذا كلة تحت تأثير جاذبية كبيرة إلى المدار . حتى لو فرضنا أننا تمكنا من بناء الصواريخ التي تبلغ في ضخامتها حداً يكفي لذلك ، فإن التشويه الذي سيصيب المرصد سيؤدي بكثير من الفلكيين إلى البكاء الجنوني والثوري .

على أن هناك فوق هذا أمر الدولارات وهو أمر لا بد أن يؤخذ في الاعتبار . فما لا يقبل الشك في مرحلتنا الحالية من مراحل تطور الطيران الفضائي ، أنه من الأرخص أن نبني شيئاً ، ونحزمه في علبة من البلاستيك أو الألومنيوم ، ثم نطلقه إلى المدار . إلا أننا سنتقدم مسرعين ، مع مرور الزمن ورجبتنا في زيادة حجم أجهرتنا الفضائية وتعقيداتها ، علاوة على ما تقوم به نحو ضمان تشغيلها لسنوات عديدة ، سنتقدم مسرعين نحو المشاكل التي لا تستطيع

الدولارات حلها. فكلما طالت مدة الرحلة الفضائية، زادت فرص الفشل. وسوف يكون من أصعب الأشياء عندئذ أن نوضح للجنة منبثقة من الكونجرس أن قمرًا صناعيًا تكلف ١٨٠ مليوناً من الدولارات توقف عن العمل بسبب خلل طرأ على مفتاح مرحل ثلثه ٢٠ دولاراً ، وأن أحداً لم يستطع إصلاح هذا الخلل .

على أننا سنصل في المستقبل القريب إلى حد « اللاعائد » للدولارات التي تنفق على الأعمال الهندسية. وسيكون من الأرخص عندئذ أن تقام لنا الوسائل لإرسال ملاحى الصيانة والإصلاح إلى المدار لسد أية احتياجات تتطلبها الآلات المقبلة.



(شكل ١٦)

تلكوب فضائي في المدار

ومن المشاكل الكبرى في تدعيم الأجهزة الفضائية سرعة التقدم التكنولوجي في الوقت الحاضر ، إلى حد أن أجهزة اليوم قد تصبح في مدى عدة شهور أو سنة أجهزة عفا عليها الزمن ، وتقل كفاءتها إذا قورنت بالأجهزة الحديثة. إلا أنه بدلاً من التخلي عن مركبات تدور في مداراتها فعلاً ، فقد يقرر المحاسبون أنه من الأرخص أن نرسل جماعة من البنائين الفضائيين إلى المدار حيث

يتلاقون مع المحطة الكبيرة ، ويقومون لابصياتها فقط بل باستبدال أجهزة جديدة بدلاً من الأجهزة القديمة ، علاوة على تركيب أجهزة إضافية جديدة — نوع من العمل الترقىي يتميز به عصر الفضاء ويؤدي وظيفته بسبب انعدام الجاذبية بكفاءة فائقة .

وهناك ، علاوة على هذه الأنشطة في المدار الأرضي ، مهمات والتزامات قد خططت فعلاً لرجال فضاء المستقبل ، الذين سيكونون جميعاً رواداً للفضاء ، ولو أنهم رواد يختلفون تماماً عن الطيارين الأقوياء العنيدون موفوري الصحة الذين فتحوا لنا الطريق . فلا بد أن يكونوا ، كما سبق أن استنتجنا ، مهندسين وعلماء قادرين على القيام بالكشوف والدراسات العملية بدلاً من أن يكونوا أبطالاً ينيرون الطريق .

أما الأعمال التي سيطلب منا القيام بها فوق سطح القمر فيسهل تصورها إذا قورنت بالأعمال الهندسية والبنائية التي ستجرى أثناء الطيران الحر حول الأرض . إذ أنه ليس من الصعوبة في شيء أن تصور رجلاً في بدلة للضغط يتجول على سطح القمر الخالي من الهواء . وسوف يسير الرجال يلكزون ويوكزون هنا وهناك ، ليعثروا على خزانة ضخمة من المواد الغريبة بغض النظر عن مكان وجودهم وعما يفعلونه . سيلتقطون الصور الفوتوغرافية ، وقراءات الأجهزة ، ثم يعودون بعينات إلى سفينتهم لإجراء التحليل المعمل عليها ، وقيسون درجات الحرارة ، ويدرسون الأرض بميونهم المجردة (للأنثر) وبأجهزتهم (للعلم) ويمفرون ثقوباً ويصلحون ما حولها ، ويقبضون المعدات الآلية لإرسال البيانات إلى الأرض عندما يرحلون .

وسيقوم هؤلاء الرجال بأداء عدد كبير من الأعمال ذاتها التي يتابعها علماء الطبيعة المكتشفون هنا على الأرض الدافئة التي يحيط بها الهواء وتزخر بالحياة ، لولا يثاتهم الغريبة ، وسطح القمر المعدائي القاسي ، والذي تهأرجح درجة

الحرارة فيه في مدى ٤٥٠ درجة فهرنهايت ، والفراغ ، وأخطار الشهب التي قد تحرق بداهم أو أجسامهم أو سفينتهم ، وشعورهم الزعج وهم يمشون فوق رماد عالم ميت (« لولا » كبيرة طبعاً !) .

ويبقى بعد الكشف الأول للقمر عمل ضخم ، هو بناء إمكانيات علمية دائمة الحيوية على سطح هذه الكرة الصغيرة — عمل ذو وجهين : بناء وتدعيم للمسكرات القمرية ، والاحتفاظ باستمرار ورود الإمدادات من الأرض . على أنه من السهل أن نرى أن تكاليف الاحتفاظ بفيض من الإمدادات من هذا الكوكب إلى القمر ستكون مذهلة ، بل من السهل أن نرى أن هذه التكاليف قد تكون مانعة . إذ أن تكاليف إطلاق سفينة فضاء واحدة إلى القمر ، تحمل رجالاً وإمدادات ، على أساس منتظم إلى حد ما ، تزيد على مائة مليون من الدولارات . وتتضاعف هذه التكاليف ، إذا أخذنا في الاعتبار ما قد يحدث من إجهاض بمض الرحلات ، علاوة على ما قد يحل من كوارث .

وعلى ذلك فلا بد لأي برنامج فضائي يتطاع إلى هدف طويل المدى ، وعائد متزايد للاستثمار ، لا بد له من أن يحاول تجهيز أي محطة قمرية بأكثر عدد من الوسائل الممكنة لهذه المحطة ، تمدها بأكثر قدر من المقومات في صورة هواء قابل للتنفس ، وماء ، وطعام ، ومصادر للقوى . وإنه لما يدهش ألا تكون هذه المشاكل أكبر من مشكلة إقامة نفس هذا الأداء في سفينة الفضاء . إلا أن المجهود الأولي هو ما يتطلب الكثير . على أن محطة قمرية ، عبارة عن حزمة صغيرة من الأرض الصناعية ، لن تصبح بمرور الزمن والخبرة وإقامة الإمدادات اللازمة وللعدات المرسلة من الأرض حقيقة واقعة فحسب ، ولكنها ستصبح فوق ذلك مجازفة رابحة ، سيكون من دواعي سرور الصناعة والحكومة أن يقوموا بمدّها بالاعتمادات اللازمة .

على أن الكاتب لا يحاول بأي حال من الأحوال أن يقلل من جسامته

العمل في إقامة محطة تستطيع تدعيم نفسها . فإذا نظرنا إلى المهمة على أنها لم
فوري فإنها تبدو لنا فوق مستوى تكنولوجيا جيتنا . أما إذا نظرنا إليها من
وجهة الدارسة التي قد تستمر عشرات من السنين بدلاً من بضع سنين فقد
تصبح أمراً لا مفر منه .

وتقوم النازا فعلاً في الوقت الحاضر ، على أساس هذه النظرية طويلة المدى ،
بالتخطيط للشروع في هذا البناء . وقد قلل هومرنيويل ، المدير بإدارة
العلوم الفضائية التابعة للنازا : « ومن المرغوب فيه أيضاً ، بسبب العمل البنائي
الذي سيحدث يوماً ما على سطح القمر ، أن يكون من بين من يقومون
بعملية كشف القمر مهندس مدني ، سيقوم ، علاوة على الكشف ، بالنظر
والتفكير وجمع البيانات اللازمة لليوم الذي ينفذ فيه بناء مخازن الإمدادات ،
والمخانيق الواقية من الإشاعات ، وإنشاء الطرقات ومواقع الهبوط ، وإقامة
القواعد والمراصد الكبيرة .

« وقد أصبح من المؤكد فعلاً أن الإنسان ، عندما يؤدي أعماله الهندسية
والبنائية على القمر ، فإنه سيؤديها تحت ظروف تختلف كثيراً عن الظروف التي
تواجهه على سطح الأرض . فالجاذبية على القمر لا تتعدى سدس قيمتها على
الأرض ، في حين أن عدم وجود جو من أي نوع ، والقذف بالجسيمات الشبيهة
ودوام وجود الإشاعات الواردة مما بين الكواكب ، والمدى الهائل في درجات
الحرارة ، واحتمال وجود الغبار الذي سيكون أكثر من سبب للإزعاج ،
والظروف غير العادية التي تسببها الشحنات الكهربائية الساكنة ، إلى غير
ذلك ، كل هذه سيكون من شأنها أن تواجه الإنسان بمشاكل تؤثر في براعته
ومهارته إلى أقصى الحدود .

« وسيكون لازماً علينا ، عندما تبدأ القواعد القمرية أو المراصد عملياً ، أن
نكون قد وضعنا خطة للاحتفاظ بخطوط تموينها . وستجعل وسائل النقل

اللازمة والمقومات العملية للجهود ، ستجمل من بعثة أنتاركتيكا
(المنطقة المتجمدة الجنوبية) ، عند المقارنة ، شيئاً معادلاً لتمرين
مدرسى لا أكثر .

« ولا بد من أن يقوم مخلوق ما بإنجاز كل هذا ، مخلوق وصفه الكولونيل
جون بول ستاب رائد الطب الجوي الفضائي حين قال إنه « مخلوق تحيط به
قيود خطيرة والتزامات باهظة التكاليف ، كالانفعالية والواصفات البيئية
المعقدة التي تتصف بضيق هوامش الانحراف ، ووسائل النقل المضيئة ، والتخلص
من الفضلات الكريهة ، والقيود الملزمة » .

إنه عمل فذ لا يقوم به إلا الرجل !

الفصل السادس

مسألة جاذبية

ظل الأطباء والفنيون ، منذ أن بزغ فجر الطيران الفضائي عندما كان حلمًا من أحلام العلماء إلى أن أصبح مادة علمية عاملة (ولكن قبل أن يصل إلى مرحلة الفن) ، يعملون بنشاط وحماس شديدين حتى تتاح لهم أحدث المعلومات عن مشاكل الإنسان وهو بعيد عن الأرض . وقد كانت أهم أسباب القلق على صالح الإنسان الطائر في الفضاء ، قبل أن يطلق الروس فوستوك ١ إلى المدار ، وينشروا خبرهم الأحمر على صفحات التاريخ ، كانت تتعلق بالتحمل وبقاء الحياة ، والرغبة في العمل تحت ظروف انعدام الجاذبية طويل المدى . إلا أن انعدام الوزن كان العامل المتواري داخل المحرقة الفسيولوجية ، تنبأ عنه عدد غير قليل من الأطباء الذين تجعدت جبهاتهم ، تنبأوا بإصرار بأن الإنسان لن يستطيع أن يخرج سالمًا مما كانوا يعتقدونه تجربة فسيولوجية وانفعالية مدمرة — هي الإحساس بالمحبوظ المستمر في هاوية لاقاع لها .

حتى أولئك الذين حصلوا على قدر أكبر من المعرفة عن خصائص الكائن البشري — وقدرة الإنسان المذهلة على تحمل كل وسائل العقاب ، وعلى الإبقاء على حياته بروح طيبة — تنبأوا بمشاكل خطيرة . فقد تمسكو باعتقادهم في أنه لا بد للإنسان من متابعة التدريبات العنيفة ، والنظام الذاتي الصارم ، والتعود على انعدام الجاذبية في رحلات مكافئية (تمتد إلى ستين ثانية) في طائرات نقالة حتى يستطيع التغلب على ظاهرة انعدام الوزن في الفضاء . أما ماذا يحدث لو امتد بقاء الإنسان في الفضاء مدة كافية تسمح له بالنوم ، فهذا أمر آخر ، وربما كان كابوساً . وكانوا يقصدون بالكابوس معناه



شكل (١٧)

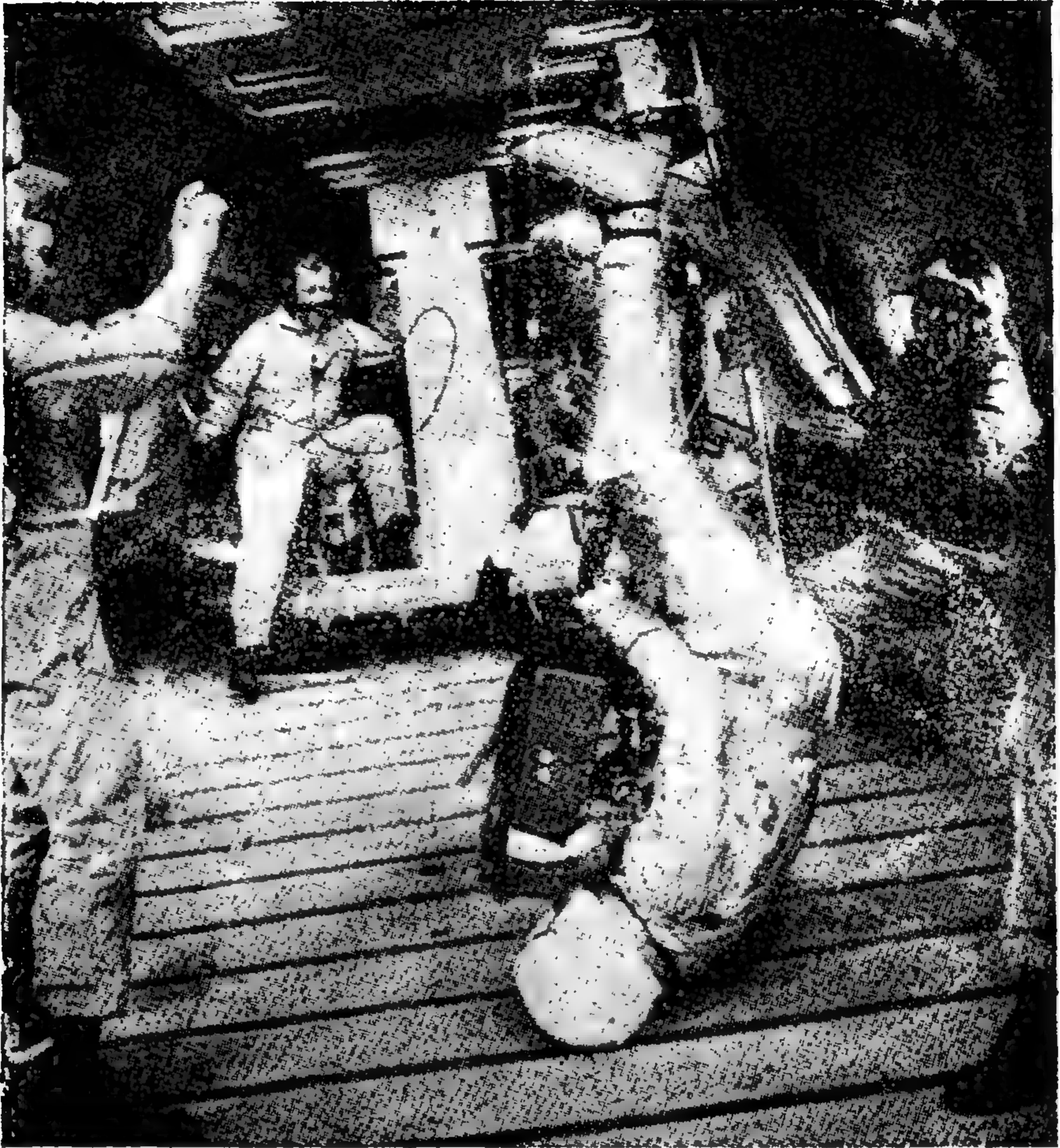
أحد رواد الفضاء الروس يطلق سلفوا حراً في فوستوك .

الحرفي . فقد كانوا يعتقدون أن الإنسان ، إذا غلبه النعاس ، انعدمت لديه قدرته على التحكم في ذاته ، وأخذ العقل الباطن يتفاعل بفريرته للإحساس بالهبوط ، مما يدفع بالإنسان إلى كابوس الهبوط ، طرفاً فوق طرف ، وهبوط بعد هبوط . فهم بكل بساطة لم يعتقدوا أن لإنسان من عجيبة بهذه الصلابة .

إلا أننا جيلنا عسلي الاعتقاد في شيء آخر . فإن الرعب الذي يسببه الانفعال والشعور بالضعف البدني ، على نحو ما يدركه كل طفل على هذه

الأرض (وربما كان إدراكه أكثر وضوحاً من إدراك والديه) ، لم يطرأ للإنسان في المدار ، وإن الكابوس جاء نتيجة لأخطاء ميكانيكية لا بسبب هفوات من جانب الإنسان ذاته . فقد أتيح لرواد الفضاء الأمريكيين والروس وهم في أرحامهم الضيقة ذات الجدران الحديدية ، أن يديروا رؤوسهم بسرعة ، ويهزوا رؤوسهم بعنف إلى الخلف وإلى الأمام ، وأن يلقوا رؤوسهم كالبلهاء ، ويرجوا أنفسهم من ناحية إلى أخرى كما لو كانوا في قبضة كلب متوحش ، ويهزوا أجسامهم بوحشية فائقة ، ويلوحوا بأذرعهم كما يفعل السباح الفارق ، كانوا يفعلون كل ذلك دون أية صعوبة . لم ينتظروا ليدروا ما إذا كان لانعدام الوزن آثار ضارة . بل على العكس تعمدوا ، بروح الإخلاص الذي يتميز به طيارو المقاتلات ذوو المؤهلات التي كانت من قبل موضع الشك ، تعمدوا اختبار مخاوف الأطباء . كما أن رواد الفضاء الروس تمكنوا ، بفضل اتساع سفينتهم ، من ممارسة تمارين أشد عنفاً مما أشرت إليه . فقد استطاعوا وهم في المدار أن يديروا أجسامهم بوحشية كما يفعل السحرة ، متحدين بذلك قوة الجاذبية ، كما كان الطيارون يفعلون في كل من بلدينا وهم يقودون طائراتهم النفاثة القوية في قوس مكافئ لإحداث ظاهرة انعدام الوزن المؤقتة . أما انفعالات رجال الفضاء الأمريكيين والروس على السواء ، بعد القيام بهذه المناورات السحرية داخل سفنهم ، فقد ظهرت بوضوح في مظاهر البهجة والسرور التي بدت على وجوههم أمام مشاهدتهم .

وبذا فقد ثبت أن انعدام الجاذبية لا يسبب لنا مشاكل متخفية . أما الاتزان والتوجيه فأمران في غاية الدقة من حيث القدرة على التحكم والمناورات الأخرى داخل سفينة الفضاء ، ومع ذلك فقد ثبت أنها داخل حدود قدرة رائد الفضاء الماهر المدرب ذي الخبرة . إلا أن هذا لا يجب أن يتضمن أن رواد الفضاء لم يملأوا بلحظات رهيبية أثناء تدريبهم على اكتساب



(شكل ١٨)

لا فوق ولا تحت في حالة انعدام الوزن
هذا ما يتعلمه رائد الفضاء عندما انعدم الجاذبية أثناء اختبارات أداء الطائرة
هذه الخصائص اللازمة ، فقد تمردت معداتهم وامتلات بسرعة أكياس
للقيئات العميقة ، مما كان له أثر سيء في نفوسهم .
وقد كان لانعدام الوزن في أيام ما قبل الفضاء ، عندما كنا نعرف عنه
القليل ، مشاكله الخاصة ، فقد كنا نتوقع منه أن يفرض علينا أشد درجات

الاحتراس ، حتى عند أقدر الناس . وقد كان الميجور جنرال دان أوجلى يعتقد عن رجال فضاء المستقبل (فى ذلك الوقت) فى أنه :
« لا بد من أن يتوفر فى هذا الشخص ما تتطلبه من أحسن الطيارين فى يومنا هذا (١٩٥٨) ، كما يلزم أن تتوفر فيه اللياقة البدنية والانتعالية التى تصلح لمقاومة الآثار الضارة الانتعالية التى تسببها القمرات المحركة القفل التى تسير بسرعة (ويعلم الله إلى أين) عبر السكون الرهيب فى سماء مظلمة لا أول لها ولا آخر .
كما قام الدكتور سيجفريد جيراثيفول ، بمدرسة طب الطيران التابعة للسلاح الجوى ، فى عام ١٩٥٨ ، بتلخيص وجهات النظر الطبية عما ينتظر مواجهته ، حيث قال :

« إن أغرب الظروف التى تواجه الإنسان فى الطيران الصاروخى هو ظروف انعدام الجاذبية الذى لا يحس فيه بوزنه . وهو أكثر مشا كل الطيران الفضائى فتنة من الناحية السيكولوجية . فليس له مثيل فى خبرة الإنسان على هذه الأرض أو فى الطيران التقليدى ، ومن الصعب دراسة هذه الحالة بسبب عدم إمكان إحداثها إلا فى ظروف تقرب من ظروف الطيران الفضائى الحقيقى . ولن يتاح لنا بديل لانعدام قوة الجاذبية التى تتوفر فى العمليات الفضائية ولو شجّدت براعة الإنسان إلى حدها الأقصى . وقد يبدو لأول وهلة أن انعدام الوزن قد يكون تجربة بسيطة وسارة ، هى أقرب إلى الطفو فى الهواء الذى نحضر به فى منامنا . . . إلا أن هذا ليس هو الواقع . فليس من الممكن على الأرض أن تتخلص من الوزن . وما الحلم إلا وفاء برغبة تدرك فى ذاتها القيد الأزلى الذى يفرضه الوزن هنا على الأرض . . . » .

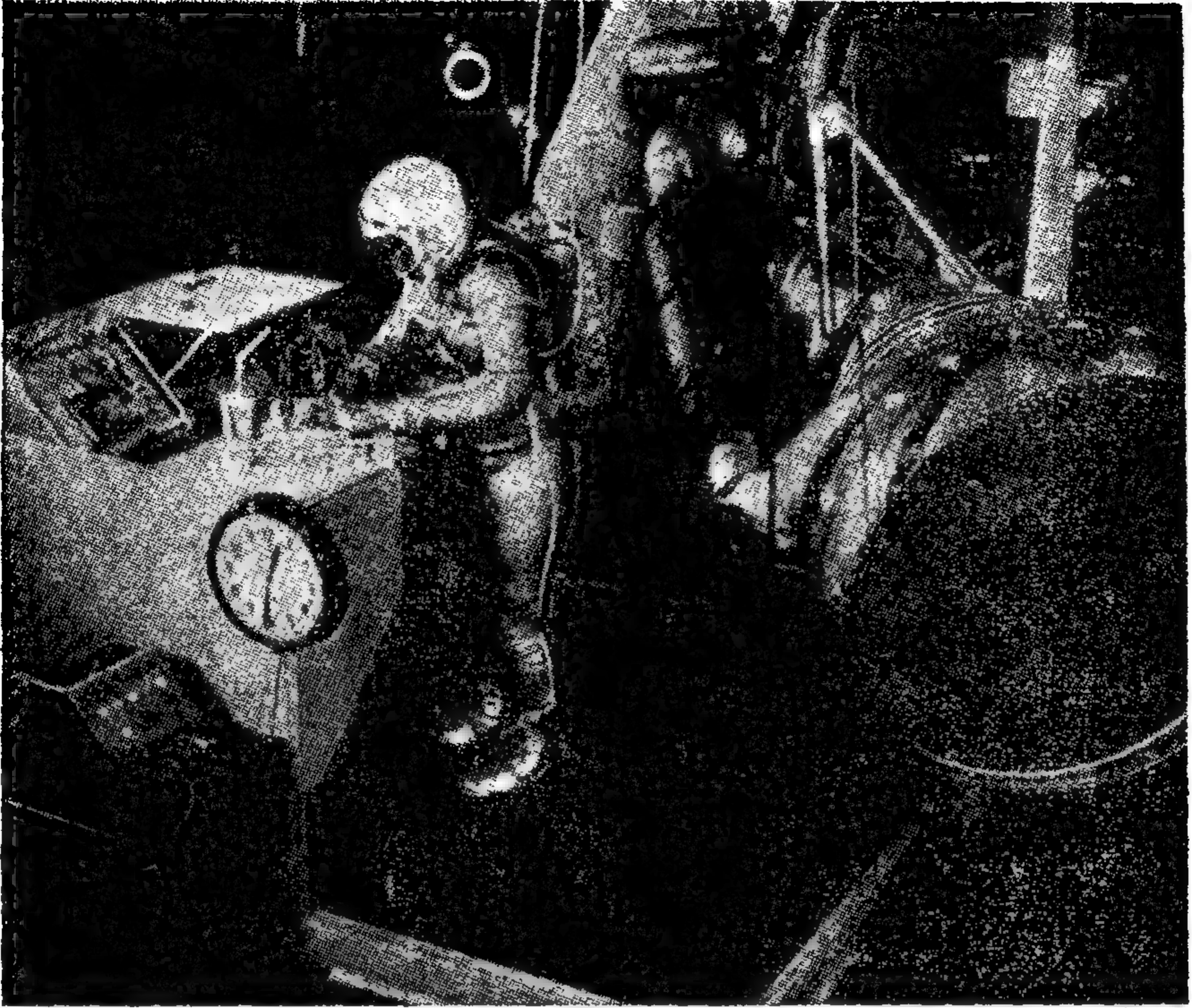
وإنه لمن الصعب علينا فى الوقت الحاضر ، على ضوء ما عبر به رواد الفضاء كجموعة من أنهم يحبون انعدام الوزن وينعمون به ، ويصفونه بأنه إحساس مدهش يستطيع الإنسان أن يعتاده بسرعة ويسر فائقين ، من الصعب علينا

أن تصور الرعب والفرع اللذين ككنا نشر بهما لصير الرجال الذين كان مزماً إرسالهم ليهيموا مثل حبوب اللقاح في الفراغ السحيق .

فقد أدت الدراسات المفضية ، التي قامت بها مدرسة طب الطيران التابعة للسلح الجوى (فى السنوات الخمسينات الوسطى والأخيرة عندما كانت للمدرسة تحتضن فريقاً من أصغر المتخصصين فى طب الفضاء فى العالم) ، إلى إعلان تحذيرات مخيفة فى هذا المجال . فقد كان الأطباء يتصورونه بجدية قاتلة : « حالة ما يمكن أن تؤثر تأثيراً خطيراً فى رفاهية الفرد وأدائه العملى . كما يجوز أن تؤثر تأثيراً عميقاً على وظائف الأعصاب التلقائية (التى تتحكم من تلقاء نفسها فى ضربات القلب ، والتنفس ، والهضم ، والأمعاء ، والمرارة ، واللس ، والنظر ، والتوازن ، والتوجيه) . وأخيراً فقد تحدث إحساساً قوياً بالهبوط وعجزاً كاملاً عن العمل » .

وتكمن فى هذه الكلمات الأخيرة — « . . . عجزاً كاملاً عن العمل » — إحدى العقبات الخطيرة فى طريق قبول فكرة الإنسان فى الفضاء . وكان هذا تأييداً كاملاً لأولئك العلماء الذين كانوا يتطلعون إلى كل أوقية من الوزن وكل بوصة من الحيز ليخصصوها لأجهزتهم الثمينة التى يحصلون منها على قياسات الفضاء بعيداً عن الأرض ، والذين يتنبأون بأن الإنسان لن يقوم إلا بإثارة القوضى فى سفينة الفضاء .

وقد ظل التفكير فى آثار انعدام الوزن على جسم الإنسان وعقله سائداً عدة سنوات منذ بدأ ظهور الطائرات النفاثة ذات السرعات الكبيرة والأداء العالى ، بعد الحرب العالمية الثانية . وقد كان فى قمة قائمة معتقداتهم أن الإنسان سيواجه فى حالة انعدام الوزن ، على أقل تقدير ، وقتاً سيئاً مدمراً يفقد فيه الإنسان الإحساس بالتوازن . وكانوا يحذرون بأن المخ يستقبل معلوماته عن الوضع والاتجاه وحمل الجسم من أربع وسائل إحساسية : الضغط



(شكل ١٩)

رائد الفضاء يجري بعض التجارب بآلات قد يستخدمها في الفضاء
وذلك في غرفة الفراغ وهو لابس بدلة الضغط وواقف على
أرضية من الهواء ثقلاً آثار انعدام الوزن تقليداً جزئياً .

على الأعصاب والأعضاء ، وشد العضلات ، والاستلقاء ، والأذن الباطنة .
وتدل هذه الوسائل على التغييرات التي تطرأ على العجلة والوضع عن طريق
الضغط على الخلايا الحسية . وقد كانت نظرياتهم تفرض أن الخلل يصيب
الثلاث الأولى من هذه الوسائل في حالة انعدام الوزن . كما كانت تفرض أن
حصى الأذن ، وهي الأعضاء الحسية في الأذن التي تساعد على التوجيه ، قد
ترسل إلى المخ إشارات تسبب في الواقع ارتباك رائد الفضاء . وكانت هذه
الاحتمالات تتضمن كذلك تنبؤاً بالموت نتيجة للخلل الذي يصيب الجهاز
الدوري »

وقد أدى بنا الخوف من احتمال القشل الكامل للإنسان في الظروف المدارية — انعدام الوزن — إلى تعريض عدد كبير من الحيوانات لفترات قصيرة من انعدام الجاذبية في الطائرات والصواريخ . فقد أطلقت السلاحف في كور محكمة القفل ، بعد إزالة حصى الأذن من بعضها واستبقائها في البعض الآخر ، فالتهمت الطعام المخمر داخل عالمها المائي المحدود ، أما القران والجردان فتعثرت وكافحت تحت ظروف انعدام الجاذبية ، بينما سبحت القطط في حالة من الارتباك كما تشير بذلك هذه النبذة المأخوذة من ورقة نشرتها مدرسة طب الطيران :

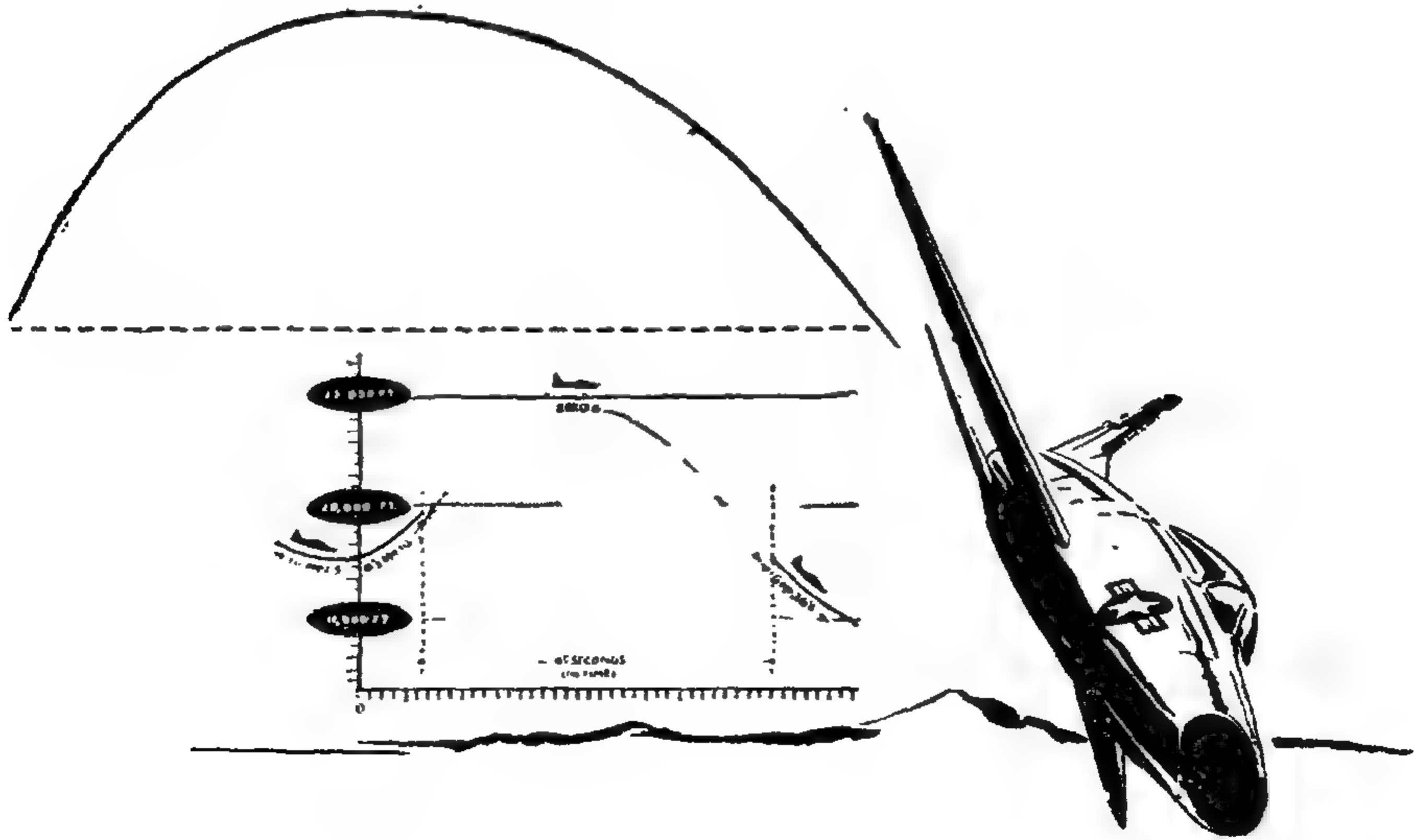
« احتفظ الحيوان بوظائفه الانعكاسية طالما كانت هناك عجلات ولو طفيفة . أما إذا انعدم وزن القط أدى ذلك إلى تأخير الفعل الانعكاسي (التصرف الغريزي لتحقيق التوازن) أو تعطيله تماماً . ولا يلبث الحيوان أن يرتبك ويهتاج ويتعثر ، أو يقيم نفسه في الاتجاه الخطأ . على أن العلامات البصرية لم تؤثر على هذه الصورة الانعكاسية . فلما اختفت محصلة القوى العاملة (الجاذبية والقصور الذاتي) ، فقدت حصى الأذن قدرتها على الإحساس ، مما أدى إلى فقدان القدرة على التوجيه . وظلت الحيوانات على حالها من الارتباك بعد انتهاء هذه التجربة الغريبة . »

وهنا أثير السؤال عما يكون عليه أمل الرجال في تحمل آثار انعدام الوزن إذا كانت القطط ، رغم ما تتمتع به من قوة الفعل الانعكاسي الغريزي للتوازن ، قد فقدت « قدرتها على التوجيه فقداناً تاماً » . وقد أوقعنا في نفس الارتباك ، بصدد هذا الموضوع ، ما أعلنه السوفييت عن انعكاسات السكاية لايبكا التي دارت حول الأرض في صحة جيدة لما يقرب من ستة أيام قبل أن تقتل بدون ألم . إلا أن النجاح المعلن عنه الذي أحرزته السكاية الصغيرة في دورانها حول الأرض في سبوتنيك ٢ لم يهون من مخاوف الأطباء . فقد قال الدكتور



[شكل ٢٠]

اختبار أثر انعدام الجاذبية على القطط في طائرة مقاتلة



(شكل ٢١)

مسار طيران قوسي مكافئ لطائرة «ف - ١٠٠» في إحدى تجارب انعدام الجاذبية

جيراثيفول محذراً إننا « يجب ألا نطمئن إلى الدراسات التي تعنى بتصرف الحيوانات في حالة انعدام الوزن ، فإنها قد لا تعكس قدرة الإنسان على التكيف لهذه الحالة بطريقة سليمة » .

فكيف إذن تصرف الرجال عندما تعرضوا لظروف انعدام الجاذبية ؟ لقد قطعت نتائج الاختبارات ، التي أجريت في طائرات كانت تطير في أقواس مكافئية ، شوط العواطف والانفعالات وما يتعارض مع الانفعالات .

فقد أدرك الأطباء على الفور أن تقييد الجسم بالأحزمة — المألوفة لدى الطيارين الذين يتحملون كثيراً من مختلف القوى التي تؤثر على أجسامهم أثناء مناوراتهم بالطائرات المقاتلة — قد قدم لهم مساعدة هائلة ، مكنت الرجال من هز رءوسهم دون صعوبة ، في حين أن ضغط الدم والتنفس وضربات القلب كلها لم تتأثر على الإطلاق .

فلما طلب من الرجال أن يغمضوا عيونهم بدأت المتاعب ، فقدوا القدرة على التوجيه كلية ، وأصيب رجال الاختبار بالدوار — دوار من الصعب تعريفه . على أن أفضل وسيلة لتصوره هي تمثيله « بفقدان التوجيه المكاني » . وعندما يصاب الإنسان بهذا النوع من الدوار فإنه لا يحس بأي فرق بين فوق وتحت ولا أي اتجاه آخر . وقد شعر كثير من الرجال كما لو كانوا يطيرون وهم مقلوبون رأساً على عقب ، وأبلغوا عن إحساسهم بالسباحة البطيئة أو الطفو . إلا أن نصف عدد الرجال ذكروا أنهم نعموا بهذا الإحساس ، ووصفوا شعورهم بالطرب والسرور ، حتى لقد بلغ بهم الإحساس حد التيه والتفاخر . إلا أن نقرأ آخر تحدثوا بكدر عن إحساسهم « بالهبوط والتقلب والدوران أو إحساسهم بالتعاقب في الهواء في وضع معكوس » . أما ثلث المتطوعين على الأقل فقد « شكوا من الإحساس بالقلق والغثيان والإصابة بمرض الحركة » .

وكان من بين الانفعالات المعلقة التنفس السريع ، والإحساس بالوخز ، والدوار ، والدوخان ، والغثيان ، والقيء ، والعرق ، وجفاف الحلق ، وإحساسات

متقلبة سريعة من الحرارة والبرودة . . مجموعة من الانفعالات تبدأ من أحد طرفي القائمة الفسيولوجية والأنفعالية لتنتهي عند الطرف الآخر .

وكان الملازم الكولونيل تشارلز ييجر ، الذي يعد في مقدمة طياري الاختبار في العالم ، قد طار على الأقواس المكشوفة التي ينعدم عليها الوزن مساهمة منه في التجارب . فأبلغ بعد إحدى طيراناته أنه شعر كما لو أن جسمه كله كان يدور ، وأنه أحس عندئذ بارتباك شديد اضطر معه أن يخرج من القوس للتخلص من ظروف انعدام الجاذبية . وقال طيار آخر من طياري الاختبار إنه قد أصيب « بإحساس المهبوط وباليل إلى مد ذراعه ليخطف شيئاً ما . » واختلفت انفعالات البعض الآخر . فقد قال أحدهم « شعرت كما لو أنني ريشة تتوسد سحاباً . كان هذا أغرب إحساس تعرضت له في حياتي . كانت ذراعي وساقي تسبح في يسر ، وقد كان من الممكن فصلها ، إلا أنه كان إحساساً ساراً . أحسست في غموض بوجود شيء غريب في منطقة معدتي ، ولكن لم أشعر بإحساس المهبوط ، أو الفتيان . كانت تجربة مدهشة ، وكانت سارة ، كحلم انطلق من جسمي » .

وكان من الممكن أن تكون هذه الكلمات قد خرجت من أي من رواد الفضاء الأمريكيين أو الروس بعد الطيرانات المدارية .

وكان هذا الانفعال بمثابة المفتاح لمستقبل الإنسان في ظروف انعدام الجاذبية . وكان القرار الذي وصل إليه أطباء مدرسة طب الطيران قبل أن يطير أي إنسان إلى الفضاء : « ليس لانعدام الوزن أي أثر ضار على الإطلاق . إن له آثاراً سيكولوجية على القدرة على الاتساق من السهل التغلب عليها . وقد يكون لها آثار سيكولوجية أعمق على بعض الأشخاص المبتلين بالحساسية ، إلا أن هؤلاء يستبعدون في عملية التصنيف الدقيقة التي تجري لاختيار الطيارين وتدريبهم . »

ومن السهل التعرف على الرجال الذين أظهروا أكبر اهتمام بحالة انعدام الوزن ، فهم رواد الفضاء لبرنامج ميركوري . وقد حصلوا على كل القوائد التي عادت علينا من الخبرة الواسعة التي كسبها سلاح الطيران في بحوث انعدام الجاذبية ، ثم تابعوها بتجارب كثيرة أجروها على أنفسهم تحت إشراف أطباء النازا (كان عدد كبير من هؤلاء أطباء في السلاح الجوي ومنتدبين للعمل في النازا) .

وطار رواد الفضاء على أقواس مكافئية ، المرة تلو المرة ، في طائرات مقاتلة ، وطائرات تدريبية ، وطائرات نقل ثقاة ، لفترات من حالة انعدام الوزن كانت تمتد إلى ستين ثانية بكل قوس مكافئ . فبلغت المدة الإجمالية للبقاء في حالة انعدام الجاذبية في متوسطها أربعين دقيقة لكل رجل منهم ، وكانت النتائج مشجعة للغاية . فلم يبق للأطباء ، بعد مواجهة بعض المتاعب الطفيفة أثناء التجارب الأولى لانعدام الوزن ، حجة تبرر قلقهم . وكان قرارهم أن روادنا الفضائيين لن يواجهوا في المدار من المتاعب ، إذا واجهوا شيئاً على الإطلاق ، إلا القليل من حيث انعدام الجاذبية .

وقد نهم بالتراخي إذا أغفلنا الإشارة إلى النتائج الرائعة التي حققها طيرانات الرواد الروس — فقد أوضح جاجارين وتيتوف ، بما لا يقبل الشك ، أنهما طارا تحت ظروف انعدام الجاذبية ، وأنهما لم يتحملا الإحساس بالتخلص من الوزن فحسب ، بل نعماً به أيضاً ، فيما عدا فترة قصيرة من الدوار مر بها تيتوف (شخصت على أنها سمة فردية للرجل أكثر من أن تكون ممثلة للمجموعة بصفة عامة) .

وقد اتضح أن الهيئة الطبية في مشروع ميركوري قد أصابت الهدف في تنبؤاتها إصابة مباشرة . فقد ورد في التقارير الرسمية عن برنامج ميركوري أن : « رواد الفضاء أبلغوا أن حالة انعدام الوزن كانت سارة بصفة عامة ،

ومع ذلك فقد صرت بهم فترات قصيرة أثناء طيرانهم شمروا أثمانها بأنهم في حاجة إلى بعض الوقت لتكييف أنفسهم لتجربة انعدام الوزن من ناحية ، وللمنظر الجديد الذى يبدو من خلال نافذة الفضاء من ناحية أخرى .

وقد قدم لنا تقرير النازا الرسمى ، الذى كتبه الدكتور تشارلز بيرى الحاصل على درجة الدكتوراه فى الطب ، ورئيس إدارة العمليات الطبية المركزية بمركز سفن الفضاء المحملة بالبشر التابع للنازا ، تحليلاً بارعاً لموقف الإنسان تجاه انعدام الوزن . فقال ، بصدد عمليات طيران سفن الفضاء المحملة بالبشر :

«إن الهيئات الطبية المسئولة كانت أمينة فى محاولاتها لتقييم المشاكل التى كان من المتوقع مواجهتها بناء على المعرفة التى أتتحت لهم فى ذلك الوقت (السابق للطيران المدارى) . وقد أثير بهذه المناسبة عدد من المشاكل المحتملة ظهورها ، أجاب عنها البرنامج ، على ما يبدو ، إلى حد ما . وما انعدام الوزن إلا مثل طيب للعقبات الكثيرة التى تواجه الإنسان عند دخوله إلى الفضاء ، عقبات أثرت كلها قبل تنفيذ هذا البرنامج . ومن الآثار الخطيرة التى أثرت على أنها من نتائج التعرض لانعدام الوزن ، واعتبرت لهذا السبب من العوامل التى تعرقل الطيران الفضائى فقدان الشهية ، والغثيان ، وفقدان القدرة على التوجيه ، والنعاس ، وفقدان النوم ، والإرهاق ، والقلق والشعور بالخفة ، والهلوسة ، وضعف قوة تحمل قوة الجذب ، والاضطراب المعدي الكبدى ، وعدم التبول ، والإبوال ، وعدم الاتساق العضلى ، وضمور العضلات ، وفقد المعدنة فى العظام . إلا أنه لم يبق من هذا كله سوى القليل . ومن المجالات الأخرى ، التى أثرت فيها آثار غير مستعجلة ، التجاوب السيكلوجى للوحدة فى الفضاء . إلا أن رواد الفضاء فى وقتنا الحاضر لم يشكوا من الوحدة بتاتا ، بل كانت شكواهم على العكس من كثرة الاتصالات بصفة عامة . فلم يبدُ أى دليل على الانقطاع أو على أى نوع من الانفعال السيكلوجى بسبب العزلة . . » .

ولم يتضح من تجارب الطيران للداری العنيفة التي أجريت على أربعة رجال أى دليل قاطع على فقدان خطير للقدرة على التوجيه أثناء المهمات الفضائية . نعم ، مرت فترات لم يكن الرائد فيها في الوضع العادى بالنسبة للأرض : إلا أنه كان من الغرابة ألا يشكل هذا أية متاعب على الإطلاق ، إذ أنه كان يتمكن باستمرار من أن يكون في الوضع الصحيح بالنسبة لسفينة الفضاء — ولم يفقد بتاتا وعيه البصرى في هذا المجال . وفي هذا ذكرى الدكتور بيرى : « أن فقدان القدرة على التوجيه بالنسبة للأرض لم يشكل أية صعوبة على الإطلاق ، ولم يظهر أى دليل على مرض الحركة على أى من رواد الفضاء » .

وقد أثبت رواد الفضاء في برنامج ميركورى أن حالة انعدام الوزن « حالة بدت لهم سارة ومريحة ، للغاية . ويعتقد معظم الملاحين في الواقع أنها المرة الوحيدة التي شعروا فيها بالراحة وهم في بدلة الضغط » .

وقد زال القلق من نفوس الأطباء عندما لاحظوا عدم ظهور أى خلل في أجهزة الجسم بسبب طول فترة انعدام الجاذبية . فقد كان في وسع رواد انفضاء أن يتناولوا تشكيلة من الأطعمة المحضرة على أشكال متنوعة — مكعبات وسوائل ولفائف يعاد تحضيرها من أطعمة مجففة لدرجة التجميد . وقد كان من أسباب القلق الخطيرة احتمال امتصاص الجسم للبول في حالة انعدام الوزن . إلا أنه لم يظهر أى دليل (أثناء طيران جوردون كوبر الذى قطع فيه ٢٢ دورة حول الأرض) على أن الأمعاء تتصرف بهذه الطريقة ، بل إن « التبول كان ، كما بينت عمليات الطيران ، يحدث بطريقة عادية تماما ، سواء من حيث الزمن أو الكمية ... » .

وقد كان من سوء حظ سجلاتنا الطبية ألا يكون لدينا سوى رحلة واحدة كان من برنامجها أن ينام رائد الفضاء ، هي رحلة جوردون كوبر . ونقول إنه

من سوء الحظ لأن الروس استطاعوا جمع كميات هائلة من المعرفة عن هذه الناحية من الطيران الفضائي . فهام تيتوف ونيكولايف وبوبوفتش وتيريشكوفا وبايكوفسكي ، لم يناموا فحسب ، ولكنهم فوق ذلك ظلوا في المدار يوماً بعد يوم يقدمون ثروة من المعلومات للدراسات الطبية . ثم هاهي سفينة الفضاء فوكشود ، التي تسمح لثلاثة من الرجال بالطيران فترات طويلة ، كما تسمح بإجراء التجارب الطبية المتنوعة ، هاهي مثال طيب للبحث الطبي الفضائي على مقياس واسع .

وقد أثارت عملية الطيران الأمريكية التي أجريت فيها التجارب على النوم تنفيذاً للبرنامج المرسوم لها ، « أثارت التساؤل عما إذا كانت فترات النوم القصيرة في حالة انعدام الوزن أكثر إراحة من نفس الفترات تحت تأثير جاذبية مقدارها ج واحدة . وقد ذكر رائد الفضاء كوبر ، ذو الخبرة في التعبير عن شعوره ، بأنه يشعر فعلاً أن الإنسان في حاجة إلى فترات أقصر . وقد غلب النفاس كوبر عندما استرخى في جزء من عملية الطيران ، مما دعا الدكتور يري أن يثير « التساؤل عن أثر الظروف التي تهيء للرائد فرصة الاسترخاء ، كانهدام الوزن ، فقد حل بكوبر عدد من الغفوات لم تكن ضمن البرنامج » .

وكان جوردون كوبر ، قبل أن يبدأ رحلته ، قد أخذ قسطاً وافراً من الراحة أكسبته اللياقة البدنية التي كان يتمتع بها طول حياته ، كان مسترخياً لدرجة غلبه فيها النفاس فنام لبضع دقائق أثناء العد التنازلي بينما كان في انتظار إطلاقه من الأرض ، حتى في خلال الأجزاء الأولى من رحلته المدارية بعد أن أدى واجباته الهندسية والعلمية ، وكان بذلك حراً في عمل أي شيء آخر ، ولم تسكن الأرض بادية من خلال نافذة سفينة الفضاء ، غلبه النفاس ففقا لفترات قصيرة . ويشعر الأطباء أنه من الأهمية بمكان أن هذا لم يحدث على الإطلاق

عندما كان كوبر مشغولاً ، سواء كان في التجارب ، أو في مراقبة السفينة ، أو في التطلع من خلال نافذتها .

فلما راح كوبر في النوم في الفترة المقررة في برنامج الرحلة ، لم يتم نوماً عميقاً على الإطلاق إذا كان المقصود بالنوم العميق نوماً طويلاً بلا انقطاع . وقد جاء في التقرير الرسمي أنه « نام في هذه الفترة في غفوات متتالية لم يزد طول كل منها على ساعة واحدة ، بل تراوحت بين نصف ساعة وساعة كاملة . وأن فترة نومه الإجمالية بلغت حوالى أربع ساعات ونصف ساعة . . وكان يشعر بعد أن يصحو من هذه الغفوات بالثبته والراحة إلى أن يغلبه النعاس مرة أخرى بعد مضي فترة تتراوح بين ٣٠ و ٥٠ دقيقة . . وقد ذكر كوبر أنه لو أن رجلاً كان معه لمراقبة الأجهزة ، وخاصة أجهزة التحكم البيئي ، لاستطاع أن ينام فترات أطول بكثير ، ولو أنها لم تكن تزيد عن أربع إلى ست ساعات في اليوم الواحد » .

ولما كان رائد الفضاء كوبر قد قام بأطول رحلة فضائية أمريكية (٢٢ دورة) ، ولما كانت الأصالة تتغلب على وصفه الخائى من التضييق ، فقد يبدو جديراً بنا أن نقتطف هنا نبذاً مختارة من تقريره الرسمي عن عملية الطيران التي قام بها فيما يتعلق بانعدام الوزن وانفعالاته في هذه الحالة :

« كنا جميعاً قد مررنا بعمليات إطلاق كاملة على جهاز القوة الطاردة المركزية ، مما شعرت معه بأنى على أتم استعداد للطيران الدفئ . إلا أن هناك فرقاً ما بين الانتقال من مرحلة العجلة الموجبة التي يولدها جهاز القوة الطاردة المركزية إلى ج واحدة ، وبين الانتقال من مرحلة العجلة الموجبة في حالة الطيران الدفئ إلى مرحلة انعدام الجاذبية في المدار . فقد شعرت ببعض الغرابة في الدقائق القلائل الأولى . أما المنظر من خلال النافذة فذهل للغاية عندما تتأرجع السفينة وتدخل الأرض والصاروخ في مجال الرؤية لأول مرة . وقد

لمسنا جميعاً رغبةً قويةً في التركيز على المنظر الهائل من خلال النافذة . فقد كان أطلس ١٣٠ دعلى بعد لا يزيد على ٢٠٠ ياردة منى. كان جميلاً بالتأكيده، واستطعت أن أقرأ الحروف للرسومة على جوانبه ، وأن أرى مختلف تفاصيل المدعم . كان لونه فضياً لامعاً ، يتوسطه حزام أبيض غير مصقول . كان البخار لا يزال يخرج من مؤخرته . كان قد انحرف محوره حوالى ١٥ إلى ٢٠ درجة إلى شماليه ، وظل في مجال الرؤية حوالى ثمانى دقائق ، وكان طرفه الأمامى يدور ببطء في عكس اتجاه عقرب الساعة .

«وبالرغم من هذه المناظر الخلابة فقد بدأت ساعات التدريب الطويلة وأخذ كل منا يؤدي واجبه تبعاً لما رسم له . فلم تمض سوى بضع دقائق حتى تمت أقلتي للبيئة الجديدة وشعرت براحة تامة . فانعدام الوزن شيء مريح للغاية ، إذ أن الطيار ، إذا ما جرب انعدام الوزن في الطيران الفضائى مرة ، كان من السهل أن يكيف نفسه له على الفور إذا تعرض له مرة ثانية ، حتى إننا كنا جميعاً نميل إلى نسيان وجودنا في جو انعدام الوزن .

«على أنى أتفق مع سكوت كاربنتر في أن القمرة كانت تبدو في وضع يختلف بعض الاختلاف بالنسبة إلى عند دخولى في المدار . ففى وسعك أن تتحرك إلى الأمام في مقعدك مهما كان إحكام ربط الأحزمة حولك . كما أن صندوق احتياطى الأدوات الواقع إلى يمينك يبدو في زاوية مختلفة بالنسبة إليك عما كان عليه عندما كنت على قاعدته الإطلاق . كنت أشعر فعلاً ، أنى في جاسة مستقيمة ولكنى كنت أشعر في معظم الوقت أنى أطفو قليلاً ، وشعرت مرتين أنى كنت معلقاً في وضع مقلوب رأساً على عقب بسبب شعورى بالطفو نحو أحزمة البكتفين . واما كانت السفينة ذاتها عديمة الوزن ، فقد بقيت للعدات حيثما كنت أتركها في كل مرة . إلا أنى ، كلما سقط شيء

من يدي ، كنت أميل إلى الإمساك به في مكان تحته توقعا مني أنها ستسقط إلى ذلك المكان .

« وإنك لترغب في بادي الأمر أن تكون مكلفا بعمل خفيف حتى يكون في وسعك أن تجمع حواسك ، وتؤقلم نفسك لهذا الموقف الجديد ، وتنظم أنشطة الطيران . وكنت أشعر أنني غير مسيطر على الموقف بالكمال الذي كنت أوده بعد دخولي للدار مباشرة . كما أنني لم أشعر شعورا كاملا أنني في بيتي بالرغم من أنني كنت أفكر في الأعمال التي كان على أن أؤديها وفي طريقة تأديتها . كنت أشعر أنني في بيئة غريبة على ، وأنني لم أكن في أحسن حال ، نصف مدة الدورة على الأقل . وما إن أنهت الدورة الأولى حتى وجدت نفسي متأقلا تماما للوسط الجديد .

« وقد كان من الدلائل التي أوضحت أقلتي هذه أنني لم أواجه صعوبة ما في قدرتي على النوم . فأنت تشعر بالراحة التامة والهدوء والطفو عندما تتوقف قوة الدفع تماما وتدخل مرحلة السباحة الانسيابية في الفضاء . بل يكون من الصعب عليك في هذه الحالة أن تقاوم النوم ، فقد كنت أغفو غفوات كثيرة متقطعة ، وكان النوم يبدو عميقا جدا . وقد استيقظت مرة من غفوة استغرقت ما يقرب من ساعة دون أن تتسكون لدى فكرة عن أين كنت ، الأمر الذي استغرق ثواني عديدة قبل أن أكون في نفس فكرة صادقة عن المكان الذي كنت فيه وعما كنت أفعل . وقد تكرر هذا الإحساس مرة أخرى عندما قمت من غفوة طويلة نوعا ما . فأنت تنام ، وأنت مسترخ تماما ، نوعا عميقا ، عميقا جدا ، إلى حد أنك تجد صعوبة في جمع شمل نفسك مدة ثانية أو اثنتين قبل أن تفوق من النوم . إلا أنني لحظت أنه كان في وسعي باستمرار أن أستيقظ قبل أن يحل موعد ما على أن أؤديه . ولم أواجه أي نوع مما يسمى ظاهرة الانقطاع . إلا أن الطيران القضاي مازال غريبا على

الكائن البشرى بالرغم من أنه عمل ممتع للغاية ومجربة للبهجة ، وستشعر دائماً بالرغبة فى العودة إلى الأرض فى الوقت المحدد .

إلا أن فى المهمة المدارية التى تحدث عنها كوبر بشعور صادق وبفصاحة بالغة ، فى هذا الشئ الذى يجلب للبهجة ، كانت تكمن أخطار فسيولوجية لم تنتبه لها .

على أنه ثبت أن التنبؤات المعرفلة التى أعلنها علماء الطب ، نالم تكن على أساس فى معظمها ، وليس فى جملتها . . .

الفصل السابع

الحدة الزمنية

بعد أن وقف الطيار على ظهر السفينة ما يقرب من دقيقة ، بدأ يبدو شاحباً ، وظهرت بعض قطرات العرق تظهر على جبهته بالرغم من أن وجهه كان مبتللاً فعلاً .
تمايل قليلاً وأبلغ عن أعراض فقدان الوعي الوشيك :
يا في ذلك من هذيان ، وضعف البصر ووهن في قدميه وساقيه .

من التقرير الطبى الرسمى عن رحلة رائد الفضاء جوردون كوبر ضمن برنامج ميركورى ، وصف لرائد الفضاء عندما وقف على ظهر سفينة الانتشال .

سرعان ما تبددت المخاوف من الأخطار الفسيولوجية لتعرض الإنسان لحالة انعدام الوزن بعد النتائج التى حصلنا عليها من الطيرانات الفضائية الأولى فى سفن محملة بالبشر . فالتوازن والاتساق والتوجيه وتأدية الجسم لوظائفه والتحكم العضلى ، كل هذا وأكثر منه بقى داخل حدود الأداء العادى لجسم الإنسان .
فقد أزيلت انفعالات رجال الفضاء الأوائل القلق العميق على حالتهم الصحية ، بل وعلى حياتهم فى الواقع .

إلا أننا لم نفرغ بعد من مشكلة التكيف لحالة انعدام الوزن الطويلة المدى . فلم يتزايد القلق عما كان من قبل على سلامة الرجال الذين يطرون فى الفضاء مدداً طويلة فحسب ، بل إن هذا القلق قد تشعب فى عدد من المجالات علينا أن نهتم بها . نعم إن كثيراً من التخمين عن وجود مشاكل خطيرة أو عدم وجودها نتيجة التعرض لانعدام الجاذبية قد اختفى . ولكن شعباً من أخطر الأشباح قد ظهر للرجال الذين يطرون فى الفضاء .

والمشكلة حتماً مشكلة وقت . ففى الطيرانات قصيرة المدى ، التى تستغرق

من عدة أيام إلى أسبوع ، وقد تمتد إلى أسبوعين ، يستطيع الإنسان أن يبقى في الفضاء دون قلق خطير على سلامته . ومن الجائز أن يكون بعد عودته إلى الأرض في حاجة إلى رعاية طبية وتكثيف جديد للجاذبية الأرضية والضغط الجوي ، إلا أنه لا شك في أنه سيعود بسرعة إلى حالته الطبيعية .

أما إذا تعدى الطيران هذا الوقت المحدد — ويرجح الروس أن تكون النهاية العظمى أسبوعين — تحت الظروف المعتادة ، فقد لا يستطيع الإنسان أن يعود إلى الأرض دون أن يجازف بصحته ، وربما بحياته . وقد ذهب الروس إلى أبعد من هذا فقالوا إن الانفعالات الخطيرة ، في القلب والأوعية الدموية (تغيير التكيف في الدورة الدموية) علاوة على ما يحدث من انفعالات في الجهاز العصبي المركزي وفي الأيض ، قد تؤدي بالرجل الذي يبقى في حالة انعدام الوزن ، لمدة تزيد على أربعة عشر يوماً دون تعرضه لجاذبية مصطنعة ، إلى استعالة العودة إلى الأرض والبقاء حياً بعد عودته . وبذا أصبح من المحتمل اصطناع قوة جاذبية ، على أساس قوة طاردة مركزية ، حتى تتاح الطيران الطويلة تحت ظروف انعدام الجاذبية ضماناً لسلامة حياة رواد الفضاء .

وتتضح دلائل الأخطار التي تنجم عن امتداد البقاء تحت ظروف انعدام الجاذبية في هذه النبذة المأخوذة من التقرير الطبي عن برنامج مير كوري .

« لوحظ في كل من الرحلتين الأخيرتين (شيرا وكوبر) نقص في ضغط الدم نشأ بعد إتمام الرحلة عن الاعتدال الساكن ، أو تغيرات في ضغط الدم ونبض القلب صحبت تغيرات في وضع الجسم . وقد درست هذه الظاهرة باستخدام المنضدة المائلة في أثناء الرحلة الأخيرة ، فأثبتت نتائجها ما كان مجرد شك في الرحلة الأولى ، إذ ظهرت أعراض الإغماء بعد الخروج من سفينة الفضاء ، والتغيرات في ضغط الدم ونبض القلب التي استمرت ما بين سبع ساعات وتسع عشرة ساعة بعد النزول على الأرض . وظلت هذه التغيرات قائمة في كل من

الرحلتين إلى أن نام رائد الفضاء ليلته التي بلغت ما يقرب من سبع ساعات ، واختفت عندما حل موعد أول فحص بعد استيقاظ رائد الفضاء . وهذا يعنى أن التغيرات التي تنشأ عن الاعتدال الساكن لم تبق بعد الرحلة الطويلة في ميركورى مدة أطول مما بقيت بعد الرحلة القصيرة ، وأن ضغط الدم ونبض القلب عادا في الحالتين إلى حالتهما الطبيعية عندما كان رائد الفضاء مستريحاً في فراشه . وتؤدى هذه النتائج إلى القلق عن التعرض طويل المدى دون اتخاذ خطوات موقوته لتقييم هذه الحالة من جديد .

وقد أصيب شيرا ، بالاختصار ، بتجمع لم يكن متوقعا للدم في ساقيه . ما كوبر فكاد أن يغى عليه عند مغادرته لسفينة بعد أن سحبت إلى ظهر حاملة الطائرات التي قامت بانتشاله . كما أن كليهما أصيبا — دون توقع أيضاً — بارتفاع في نبض القلب وانخفاض في ضغط الدم .

لم تدم انفعالات كوبر بعد رحلته التي قطع فيها ٢٢ دورة ، في بعض النواحي ، أطول مما بقيت انفعالات شيرا بعد رحلته التي قطع فيها ٦ دورات . إلا أن الأعراض العامة كانت ، على نحو ما جاء في التقرير الرسمي ، أشد أثراً في حالة الرحلة الطويلة — ٣٤ ساعة — منها في الرحلة القصيرة — ٩ ساعات .

وقد كان تقرير الروس فيما يتعلق بردود الفعل الفسيولوجية لروادم (بما في ذلك فالنتينا تيريشكوفا) بالغ الأهمية بالنسبة للولايات المتحدة . ويرى الأطباء الأمريكيون أهمية كبرى في أن الرائدتين الروسيين نيكولايف وبوبوفيتش ، اللذين ظلّا في المدار عدة أيام ، تعرضا لمشاكل في القلب وضغط الدم دامت ما بين أسبوع وعشرة أيام . ويبدو أن هناك دليلاً لا جدال فيه أنه كلما طالت مدة البقاء في المدار ، اشتدت حدة الآثار الضارة ، وطالت أيضاً مدة بقائها بعد عودة رائد الفضاء إلى الأرض .

وقد تهيأت الفرصة للدكتور برنارد واجنر ، الخبير في الدورة الدموية في

كلية الطب بنيويورك في زيارة للأطباء والعلماء الروس في صيف ١٩٦٤ ،
لناقشة مشكلة رواد الفضاء الروس مع الأستاذ فاسيلي بارين ، رئيس الطب
الفضائي لبرنامج رواد الفضاء الروس ، ومدير معهد الفسيولوجيا والبيولوجيا
في الأكاديمية الروسية للعلوم الطبية . ويعتبر الدكتور بارين على رأس قائمة العلماء
في شئون طب الفضاء .

وقد أوضح الدكتور بارين في أحاديثه مع الدكتور واجنر القلق الشديد
الذي يساور أطباء الفضاء الروس من أن البقاء تحت ظروف انعدام الوزن مدة
أربعة عشر يوماً ، قد يكون في الوقت الحاضر الحد المطلق لسلامة رواد الفضاء
إلا إذا وجدت وسيلة لتكييف أجهزة الجسم استعداداً لقوى عجلة التباطؤ
العنيفة عند العودة إلى جو الأرض ، ثم للتعرض الطويل لعجلة الجاذبية العادية
على سطح الأرض .

كما كشف الدكتور بارين عن أن الروس يؤكدون الأهمية العظمى لإجراء
تجارب فضائية كبيرة على الحيوانات . وكانت أغلب تجاربهم حتى اليوم
تقتصر على الكلاب (التي بقي عدد كبير منها في المدار عدة أيام) . وينفكر
الروس في الوقت الحاضر في استخدام الحيوانات الراقية لرحلات الفضاء الطويلة
— كما هو الحال في الولايات المتحدة .

وقد ذكر الأكاديمي السوفييتي بلاجونرافوف أن الاتحاد السوفييتي قد
آتم مرحلته الأولى من غزو الفضاء بسفن محملة بالبشر تدور حول الأرض ،
وذلك بالرحلتين المداريتين اللتين قامت بهما السفينتان فوستوك ٥ ، وفوستوك
٦ ، وكان المفروض أن تتمير العمليات التي تلي رحلات الفوستوكات الست
الأولى تقدماً خطيراً . وبذا يكون البرنامج الروسي سائراً في طريقه بخطوات
تمثل خطوات البرنامج الأمريكي — في القصد على الأقل لأن مجهود الروس
كان أوسع مجالاً وأداءً — الذي انتهت مرحلته الأولى بانتهاء الطيران

المدارية الأربع التي شملها برنامج ميركوري ، ويتقدم الآن بسرعة نحو تنفيذ رحلات سفن الفضاء جيميني وأبوللو .

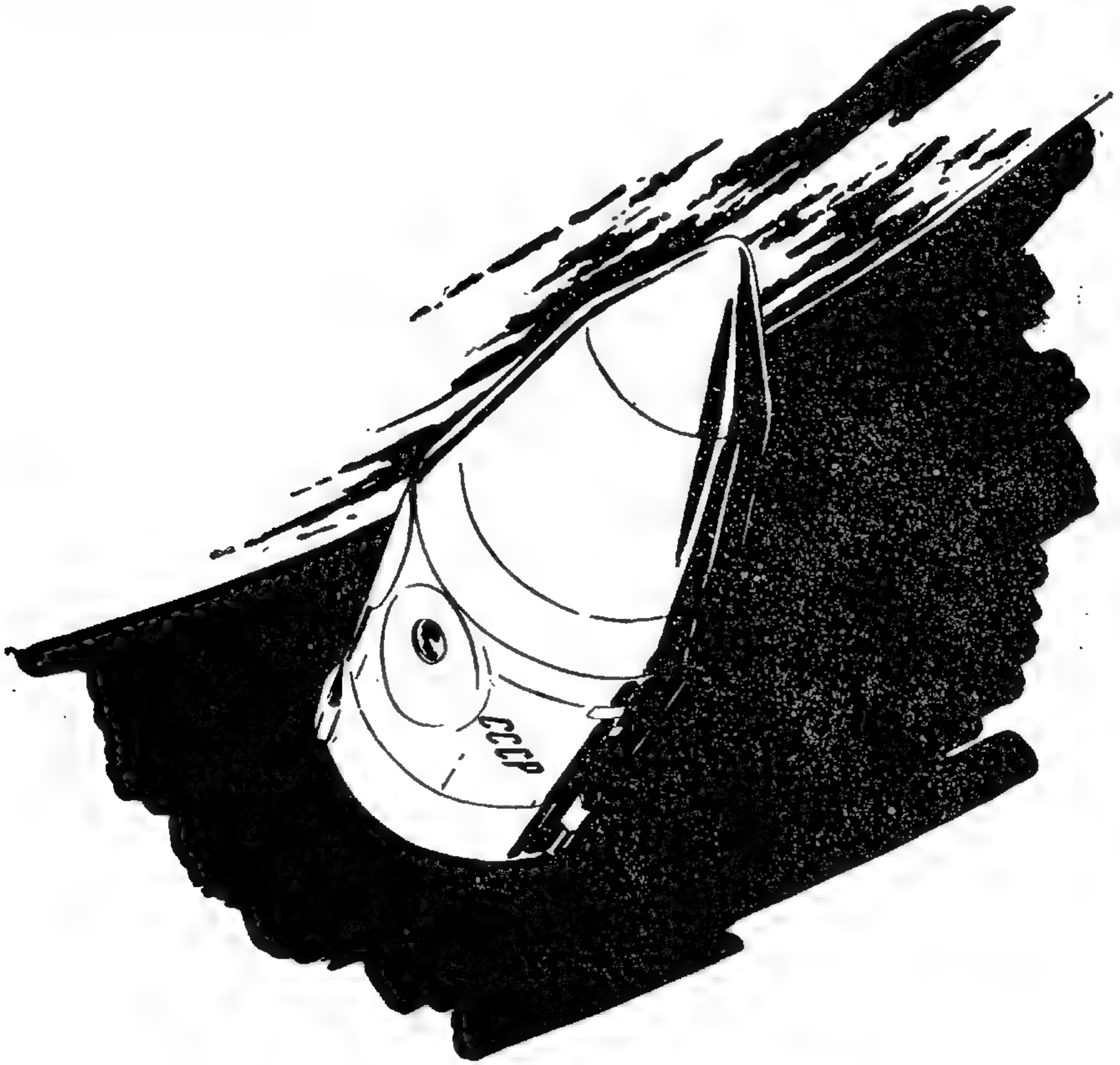
وقدم الدكتور بارين دليلاً آخر على التشابه بين البرنامجين عندما ذكر في أوائل صيف ١٩٦٤ ، للعلماء الأمريكيين في اجتماعهم مع العلماء الروس ، أنه « لم يعد هناك شك في نجاح طريقة اختيار وتدريب رواد الفضاء بعد أن أنجزت الدولتان عشر طيرانات متتالية » .

وقد أشار الروس في تقريرهم الطبي (الذي اطلع عليه علماء الفسيولوجيا الأمريكيون بمنتهى الاهتمام) إلى أن رواد الفضاء الروس ، الذين قاموا برحلات طويلة ، أصيبوا باختلال في الجهاز العصبي المركزي ، وفي معدل الأيض وجهاز الدورة الدموية — وهم كل رواد الفضاء الذين تلوا رحلة جاجارين ذات الدورة الواحدة في أوائل عام ١٩٦١ . وأكد الروس فوق كل هذا أن هناك من الدلائل ما يكفي لإيضاح أن المتاعب التي واجهها رواد الفضاء بعد إتمام رحلاتهم كانت تتناسب مع الوقت الذي قضوه في المدار ومن هنا كان قرارهم عن الحد الزمني وتحديدته بأربعة عشر يوماً .

كما كشف السوفييت عن أن رواد الفضاء الروس قد أصيبوا بنقص خطير في دقة الحركات الصغيرة للأيدي والأصابع أثناء المراحل الأولى لعمليات الطيران . على أن هذه المتاعب تبددت بسرعة مع الأقلة للإحساس بالطيران (على نحو ما أوضح كوبر في تقريره عن رحلته) . وقد ذكروا أن أهم عامل في إحداث الانفعالات السيكلولوجية لرجال الفضاء السوفييت هو الإجهاد الانفعالي الذي يصحب النجاح في دخول المدار ، والنجاح في العودة إلى سطح الأرض . وما يؤيد هذا الاعتقاد أن التغيرات التي طرأت على نبض القاب والتنفس وماشابه ذلك من وظائف قد بلغت أقصى حدودها عند جميع رواد الفضاء الروس في

بداية عملية الطيران وفي نهايتها . وفي هذه الحالة أيضاً كانت النتائج مطابقة لما
وجده الإخصائيون الطبيون في برنامج ميركوري .

كما كان هناك شبه اتفاق تام بين الأطباء الأمريكيين والروس الذين قاموا
بإجراء مقارنة بين النتائج التي حصلوا عليها، وعلى أن جميع التطورات التي تظهر
بعد عمليات الطيران (والمتاعب التي تواجه رواد الفضاء في المدار) كانت
متاعب عارضة بطبيعتها — وعلى أنه إذا ما اختفت لم تعد تؤثر مرة أخرى
على رواد الفضاء في حياتهم العادية . إلا أنهم اتفقوا أيضاً على أن الأعراض
التي اكتشفت كانت نذير سوء للطيرانات المستقبلية ، وخاصة ، كما يخاف



شكل (٢٢)
فوستوك في المدار

الروس ، أن شدة هذه الأعراض تناسب مع الزمن الذي يقضيه رائد الفضاء في حالة انعدام الوزن .

حتى نفس الاضطرابات ، التي قامى منها كوبر بعد خروجه من سفينته القضائية ، أصابت رواد الفضاء الروس — ولو أنها بقيت معهم مدة بلغت عشرة أيام بدلاً من أن تختفى تماماً في اليوم التالي للعودة إلى الأرض كما حدث لكوبر .

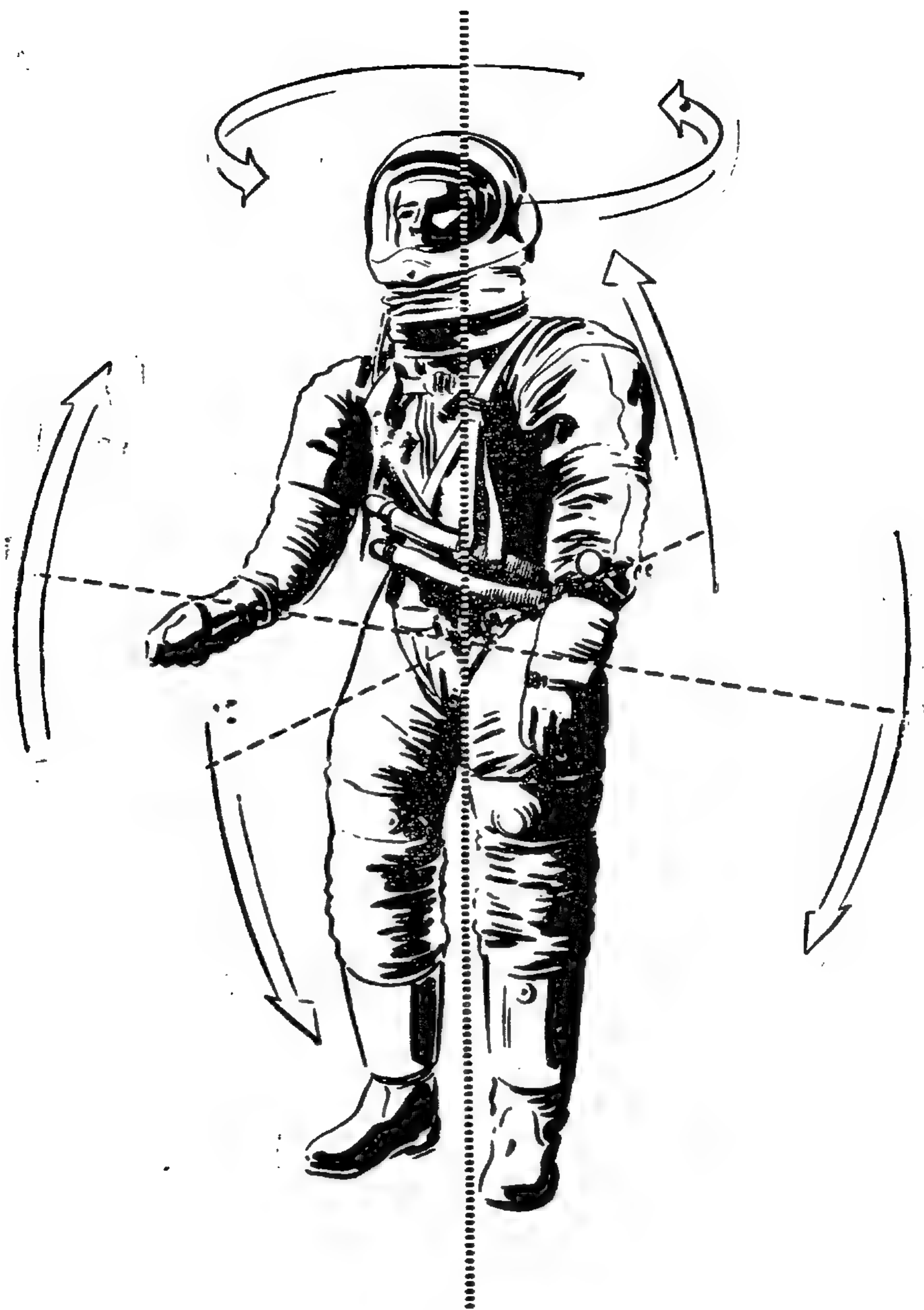
وبذا لا يجد الروس بداً من أن يقرروا أن هذا الأثر الذي يحدثه انعدام الوزن طويل المدى يصل في النهاية إلى نقطة اللاعودة. فإذا استمر فقدان الأتلة على جهاز الدورة الدموية يتزايد شدة مع الزمن فقد يؤدي إلى عطب يبلغ حداً تفقد أجهزة الجسم عنده قدرتها على أداء وظائفها أداءً سليماً بعد العودة إلى الضغط المنتظم الذي تولده الجاذبية عند سطح الأرض . وتشير الدلائل في وقتنا الحاضر إلى أن الحد الفاصل هو أربعة عشر يوماً . ويعتقد الأطباء الروس في أن الجسم ، إذا تعدى هذا الحد ، تعرض ، وفقاً لكل البيانات المتاحة : لخطر الانهيار بسبب التعرض الطويل لقوة الجاذبية .

ومن الألغاز التي حيرت الروس ، ولم يجدوا لها تفسيراً حتى الآن ، أن تيريشكوفاً وبايكوفسكى أصيبا كليهما بزيادة محدودة في معدل الأيض لبعض الوقت بعد عودتهما إلى الأرض . فقد تبين أن استهلاكهما للأكسجين أثناء التنفس العادي قد زاد بنحو ٣٠ في المائة . وظل هذا قائماً مدة ثمانى إلى عشر ساعات . وما زال الروس في حيرة من تفسير هذه الظاهرة .

وكان قد أثير سؤال آخر ، قيل في وقت من الأوقات إنه ربما كان مشكلة خطيرة لرجال الفضاء . إلا أن الروس والأمريكيين وصلاوا فيه إلى قرار . فقد كان جيرمان تيتوف ، ثانى رواد الفضاء الروس الذين انطلقوا إلى

الفضاء ، قد أصيب بفقدان مؤقت ، ولو أنه فقدان واضح ، للتوازن أثناء رحلته فقد كشف الأطباء الروس أن تيتوف كان يلقى متاعب في أداء الجهاز الدهليزي (جهاز التوازن في الأذن الداخلية) أثناء طيرانه . وقد أمكن التغلب على هذا الأثر تماماً قبل أن يعود تيتوف إلى الأرض . إلا أن تجربة تيتوف ، وكان الطيران الفضائي مازال في بدايته ، أشعلت شرارة بحوث عميقة في أمر توازن رائد الفضاء تحت ظروف انعدام الجاذبية . إلا أن فقد القدرة على التوجيه ، أو الدوار ، لم يصب أحداً من رواد الفضاء الأمريكيين أثناء رحلته المدارية ، كما أن تيتوف كان رائد الفضاء الروسي الوحيد الذي أصابه عدم التوازن . على أنه يبدو أن تجربته هذه كانت تجربة فردية أصابته وحده . وقد كشف الدكتور بارين أن زواد الفضاء الروس قد منحوا بعض المخدرات منعاً للإصابة بمرض الحركة ، كما منحوا بعض المنبهات الحيوية والحسوب النوم ، ولكن لم تستعمل هذه الأدوية بتاتا . وكان كوبر قد طلب منه أن يستخدم منبهاً معتدلاً قبل البدء في إشعال صواريخه الإبطائية وإجراء مناورات الدخول إلى جو الأرض ضماناً لتنبهه التام أثناء المناورات الدقيقة المطلوبة .

ويبدو من الدراسات الواسعة التي أجريت على مشاكل التوازن ، أن الدوار وفقدان التوازن ، باستثناء الأفراد الذين لديهم استعداد للإصابة بالدوار وأفتوا من كشفهم أثناء التدريب ، لن يكونا مشكلة في الطيران المستقبلية لرواد الفضاء . فقد أجرى كل من الاتحاد السوفيتي والولايات المتحدة دراسات واسعة إلى حد غير عادي في هذا الأمر . واستخدمت الدولتان مقلدات للتدريب ، تلف وتدير وتقلب روادها - ثم تؤدي كل هذه المناورات في حركة واحدة مدمرة . وقد اتضح أن هذا التدريب أصعب من أي شيء



شكل (٢٣)
مشاكل الحركة تحت تأثير انعدام الوزن

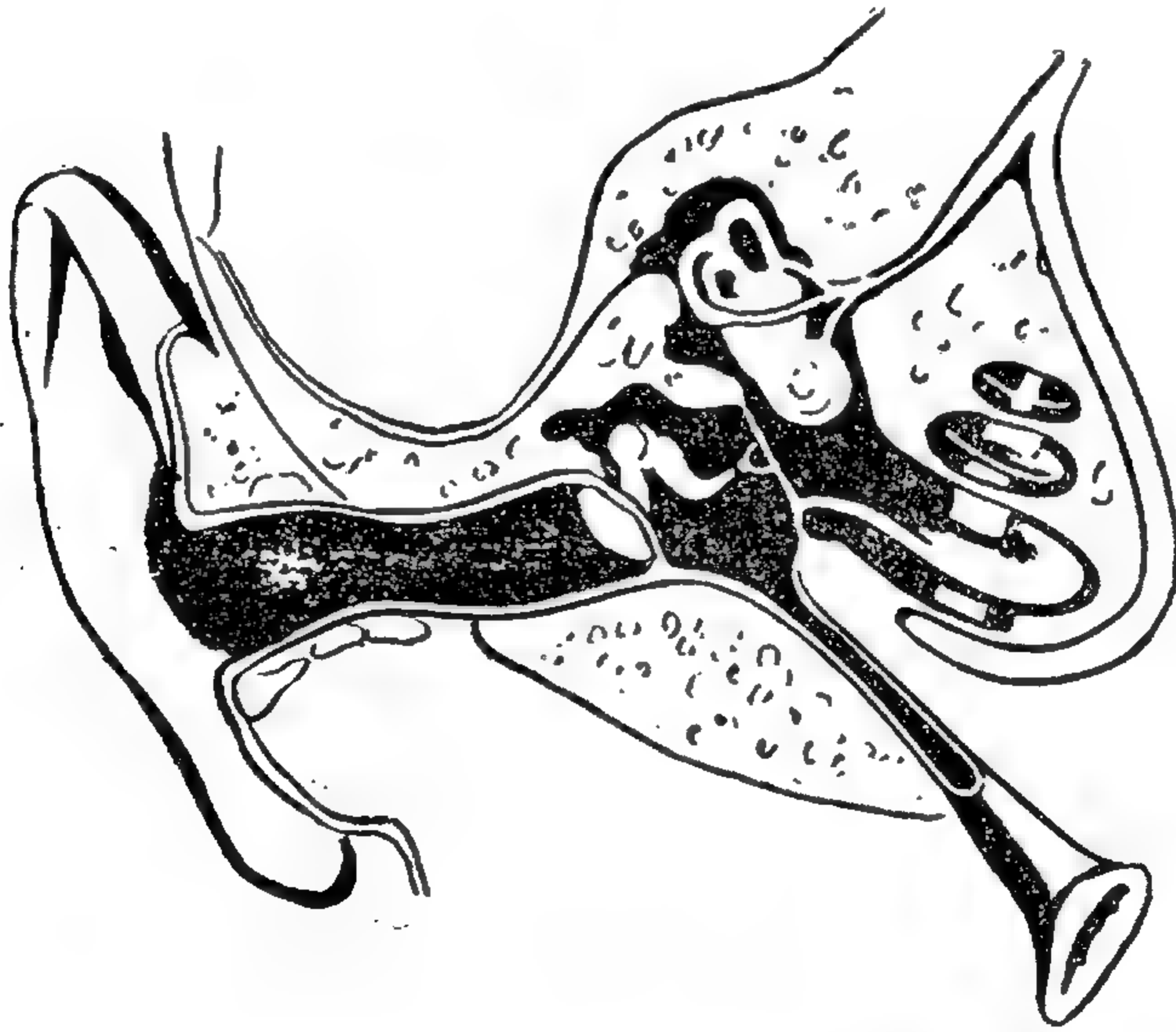
واجهه الرواد في المدار ، أو كان متوقفاً في الفضاء ، مما دعا إلى فك كثير من هذه التجمعات .

وقد ذكر بوبوفتش ، الرابع بين رواد الفضاء الروس الذين أرسلوا إلى المدار ، أن من الأخطاء التي وقعت في برنامج رواد الفضاء الروس الأول (على نحو ما عرفها الأطباء المسئولون عن البرنامج) نقص التحكم في التوازن — في الوقت الذي كان الأطباء يطالبون فيه بتحكم كامل لا يرتضون بشيء دونه . وقد وصف بوبوفتش ما أسماه « كرسى الشيطان » فقال : « إنه مقعد مرتفع متآرجح يرتكز على مفصل كبير ، إذا ما جلس فيه رائد الفضاء بدت له جدران الغرفة المدهونة على شكل شرائط حمراء وبيضاء — كأنها تهتز أمام عينيه » ويقول : « إن رائد الفضاء يبدو فيه كما لو كان سجيناً في أسطوانة » وياشارة بسيطة يقوم أحد الفنيين بإدارة الكرسي بسرعة لا يدري عنها رائد الفضاء شيئاً ، فتبدو كما لو كانت تدور أمام عينيه . ومع ذلك فلا بد له من أن يقوم بمجموعة من الأعمال التي تتطلب اتساقاً عضلياً وحذقاً يدوياً . وفجأة يتوقف الكرسي ، وعلى رائد الفضاء أن يهبط منه فوراً ويمشي في طريق مرسوم . وتتكرر هذه العملية يومياً لمدة أسابيع ، يفترض بعدها أن يصبح في وسع رائد الفضاء ألا يكثرث بالحركات الدورانية ويقوم بما يكلف به من أعمال بمهارة فائقة .

وقد كلف كل من نيكولايف وبوبوفتش أن يقوم أثناء طيرانه بسلسلة من التجارب يقصد بها اختبار رد فعل الجهاز الدهليزي وهو في المدار . وقد كان من هذه التجارب الطفو الحر داخل القمر ، واللف بسرعة دوارنية كبيرة ، وتأدية أعمال تقتضى استخداماً منسقاً للذراعين والساقين . على أنه لا بد من القيام باختبارات أوسع نطاقاً أثناء الطيران طويل المدى

تحت ظروف انعدام الوزن ، قبل أن يتمكن الأطباء الروس أو الأمريكيون من التصريح بأنه لن يكون هناك مزيد من مشاكل التوازن .
فهناك من الدلائل ما يكفي مثلاً لتقرير أن الطيرانات التي تمتد إلى أسبوع واحد لا تؤثر على جهاز التوازن لدى رائد الفضاء الطيار الذي كان له نصيب كبير من التدريب . ولكن ماذا يحدث لو امتدت الرحلة إلى عدة أسابيع ، ثم إلى عدة شهور ، تحت ظروف انعدام الوزن ؟

لا أحد يدري . إلا أن هناك قلقاً من أن طول الرحلة قد يؤدي إلى تمزيق جهاز الاتزان لدى رائد الفضاء . ويعتقد الأطباء أن انعدام الإحساس لمدة طويلة في الأذن الداخلية (الجهاز الدهليزي) ، وفي عضلات آذان الوزن بجسم الإنسان قد تسبب لرائد الفضاء آثاراً تمتد إلى ما دون « نقطة اللاعودة »



شكل (٢٤)

جهاز التوازن عند الإنسان — الأذن الداخلية .

فلن يؤثر هذا في توازنه فحسب ، ولكنه قد يؤثر كذلك ، وبطريقة مباشرة ، في قدرته على التفكير السريع والتعليل الواضح .

ولما كانت الأذن الداخلية جهازاً للتوازن يؤدي وظيفته طول حياة الإنسان ، فقد صممت لترسل للمخ تياراً دائماً من الإشارات . وهي جهاز حسي يكشف عن الحوافز ، ويتجاوب مع القوى اللازمة ، ويرق للمخ بمعلومات تمكن الجسم ، غريزياً وشعورياً ، من أداء أفعال تضمن التوازن ، أو إجراء مناورات معينة أخرى .

وهناك دليل يتزايد قوة على أن حرمان المخ من وصول هذه البيانات إليه مدة طويلة يسبب للفرد بعض الثعاب ، إذ تنخفض قدرة رائد الفضاء ، بدرجة كبيرة ، على التركيز وعلى أداء الأعمال الدقيقة . كما أن عدم وصول الإشارات الحسية إلى الجهاز الدهليزي يتضاعف بفقدان الحوافز الجسمية الأخرى ومنها النشاط العضلي الواسع . على أنه لا مفر في حالة الطيران الطويل المدى إلى العوالم الأخرى ، لا مفر من أن يأتى وقت يحس فيه رائد الفضاء بانهصاله عن الأرض ، وينتابه تواتر التكرار والحبس . بل إن بعض علماء النفس يتنبأون بإحساسه المتزايد بضخامة الفضاء المفزعة ، وبالإدراك أن خطأ بسيطاً ، مهما صغر ، قد يؤدي إلى كارثة مروعة . وتعتبر كل هذه العوامل ، وغيرها مما لا ندركه في الوقت الحاضر ، أموراً على أقصى درجة من الإلحاح ، وتتطلب كل مجهود ممكن للوصول إلى حلول لها .

وهناك خطر آخر يعتقد بعض الأطباء أنه يزيد حتى على ضغط الدم المنخفض ونبض القلب المرتفع ، خطر يصاحب الرحلات الطويلة في الفضاء : نشأ عن تعرض الإنسان لظروف انعدام الوزن مدة طويلة ، مما يؤدي إلى إضعاف البناء العظمي للجسم بسبب خمول العضلات . فإن رائد الفضاء لا يبذل من الطاقة في ظروف انعدام الوزن إلا النذر اليسير . وهناك دليل واضح على أن هذا لا يؤدي إلى ضمور العضلات بسبب عدم استخدامها فحسب ، بل يؤدي كذلك ولاشك إلى لين العظام فترة من الزمن . وليس هذا ظاهرة جديدة علينا طبعاً ، إذ أنه قد عرف منذ سنوات طويلة أن عظام المرضى الذين

تقتضى . منهم أمراضهم ملازمة الفراش مدة طويلة تفقد نسبة من الكالسيوم .
ولما كان انعدام الوزن لا يتطلب من رواد الفضاء إلا مجهوداً طفيفاً ، فإن
هناك خطراً كبيراً فى إصابتهم بلين البناء الهيكلى بسبب فقدان الكالسيوم ،
إلى أن يصلوا إلى حد لا يستطيع رائد الفضاء عنده أن يعود سالماً إلى الجاذبية
القوية عند سطح الأرض .

وبذا نواجه موقفاً على أكبر درجة من التناقض . فقد اتضح أن المشاكل
السيكولوجية والفسولوجية التى أفلقتنا كثيراً قبل الطيرانات المدارية الأولى ،
لأساس لها فى الطيرانات المحدودة المدى . وهام رواد الفضاء ، سواء
الأمريكيين أو الروس ، قد عاشوا بعد الطيران تحت ظروف انعدام الوزن ،
بل إنهم نعموا به بسبب ما صاحبه من ظروف الاسترخاء والراحة والنوم .
ومع ذلك نرى أن هذه الخصائص ذاتها هى التى تشكل أخطر تهديد لرواد
الفضاء الذين نأمل أن يتمكنوا من القيام برحلات من كوكبنا إلى القمر وإلى
العوالم الأخرى ، والذين سيقون فى الفضاء مدة أسابيع وشهور على ظهر محطات
ضخمة تدور حول الأرض .

تحذير

أصدرت مدرسة طب الطيران ، بمركز الطب القضاى الجوى التابع ل سلاح
الطيران ، خلال صيف عام ١٩٦٠ ، وثيقة هامة — برزت أهميتها فى وصف
بعض التجارب الطبية الثورية ، وتنبيهها الدقيق بمشاكل رواد الفضاء المستقبلية
فما يتعلق بضعف قوة الإنسان تحت ظروف معينة . وهى مقدمة هذه
الوثيقة التى نشرت بعنوان « الآثار الفسيولوجية لضعف القوة الناتجة عن
القمر فى الماء » :

« استخدم الغمر في الماء لإنتاج موقف تجريبي يختلف فيه الإحساس بالوزن العادي ، ولا تتطلب الحركة البطيئة فيه مجهوداً يذكر . وقد درست آثار ضعف القوة الناتج من هذا الغمر على قدرة تحمل الاعتدال الساكن ، وقدرة أقلية القلب وأجهزة التنفس للإجهادات الجسمانية ، وعلى بعض العوامل البيولوجية والفسولوجية السيكلولوجية ، درست على إنسان واحد أجريت عليه التجارب لمدة يومين وسبعة أيام على الترتيب . فأتضح أن موقف ضعف القوة في كلتا تجربتين قد أدى إلى تلف بارز في تأدية الوظائف .

« فقد اضطربت انفعالات جهاز الدورة الدموية اضطراباً شديداً ، وانخفض الشد العضلي . كما بينت الدراسة الواسعة السكياوية الحيوية التي أجريت على الدم والبول انحرافاً ملحوظاً عن المعدل . كما أن الفعالية العقلية^(١) ، وقد اختبرت على أعمال أجهزة معقدة ، أصيبت بتلف كبير . وقلت الحاجة إلى النوم بدرجة ملحوظة أثناء فترة الغمر في الماء .

« هذه بحوث حيوية لبرنامج الإنسان في الفضاء . فمن المتوقع أن ينشأ عن انعدام الوزن ، أو ما يقرب من انعدام الوزن في الطيران الفضائي ، ضعف في قوة الجسم يشبه الضعف الذي ينشأ عن الغمر في الماء . وقد تتدخل ظاهرة فقدان القدرة على العمل في قدرة رائد الفضاء على التأقلم الكافي عند عودته إلى قوى الجاذبية » .

فإذا كانت هناك من التجارب ما يحدد المتاعب المستقبلية تحديداً دقيقاً ، فإن هذه التجربة التي كان المتطوع فيها السكايتن دوين جريفلاين بالوحدة الطبية بالسلاح الجوي — جديرة بأن توضع على رأس قائمة هذه التجارب .

(١) المقال : آلة متخيلة لقياس قوة العقل والذكاء . (المترجم)

وقد قطعت التجارب شوطاً بعيداً ، ابتداء من الراحة الطويلة في الفراش إلى القمر مدة أسبوع في ماء في درجة حرارة الجسم . وقد بينت الاختبارات التي أجريت على المتطوعين الذين بقوا في الفراش مدة شهر أو أكثر تحت ظروف اختبارية قاسية ، والتجارب الإضافية التي أجريت على مناضد مائلة بينت كلها حدوث نقص كبير في قدرة الإنسان على الانقباض ، وفي نبض القلب وضغط الدم ، وتغيرات مفاجئة في وضع الجسم وحاجته إلى السكدة وبذل الجهد ، وقد أكد الأطباء أن الشخص الذي يتعرض لهذه الاختبارات يرتفع نبضه عند الراحة عنه أثناء العمل .

وقد أوضح الفحص الدقيق لمن أجريت عليهم الاختبارات « زيادات ملحوظة في إفراز الأزوت علاوة على التلف الذي أصاب جهاز الدورة الدموية . كما ضوعفت نسبة الكالسيوم في البول أثناء الأسبوعين الرابع والخامس من فترة السكون » .

وقد أتيت كميات كبيرة من البيانات تكفي لتبيان أن سكون الجسم ، للصحاب بعدم استخدام البناء الهيكلي ، العضلي ، يسبب خللاً في جهاز الدورة الدموية كما يؤدي إلى ضعف البناء العضلي والعظمي للجسم .

وقد أمدتنا تجارب غمر الدكتور جريفلاين لمدة أسبوع في « حمام عصر الفضاء » بمزيد من النتائج الهامة . وقد كان كل ما احتججه الدكتور من الراحة عبارة عن سبع ساعات من النوم المتقطع ، وكان من الصعب عليه أن ينفس هذه الفترة من الساعات المائة والثماني والستين التي قضاها في حوض الماء ، بالرغم من أنه كان قد سمح له بالنوم كلما استطاع ، وأن ظروف الاختبار كانت تعد بحيث تشجعه على النعاس .

وكان الدكتور جريفلاين ، أثناء التجربة يلبس بدلة من المطاط لا ينفذ منها

الماء ، تشبه بدلة الفطاس ، مدة بقاءه في حمامه الدافئ (٤٠٠ جالون من الماء) .
وقد قيدت حركاته إلى حد يقرب من القيود المفروضة على رائد الفضاء
في السفينة ميركوري .

ولم يدهش الأطباء للتغيرات الخطيرة التي طرأت على نبض قلب الدكتور
جريفلاين وجهاز دورته الدموية ، فقد كانوا يتوقعون ذلك . ولكنهم ذهولوا لتغير
صورة النوم . حتى في خلال الساعات السبع التي نام فيها ، لم يكن نومه عميقاً . فقد
كان الشبه كبيراً بين رسوم المنح الكهربائي للدكتور جريفلاين ورسوم منح
البالغين في الأوقات التي يكونون فيها على وشك النوم أو على وشك الاستيقاظ
من النوم . ولم تبين أجهزة التسجيل في خلال الأيام السبعة كلها سوى فترتين —
تقل كل منهما عن خمس دقائق — نام فيها « نوماً عميقاً » .

وقد أدت انفعالات الدكتور جريفلاين ، غير المتوقعة كلية ، في هذا
المجال ، إلى نتائج أبعد مدى من النتائج التي حصلنا عليها في الطيران وطب
الفضاء . وقد قال الدكتور هيو برتس ستراجهورلد ، مستشار البحوث في مركز
الطب الفضائي للسلاح الجوي الأمريكي : « قد يكون لنتائج غمر الدكتور
جريفلاين مدة الأيام السبعة تأثير بعيد المدى على النظريات الطبية حول أسباب
النوم عند الناس . وقد دفعنا النقص الخطير الذي طرأ على النشاط العضلي ،
وما صحبه من نقص في الحاجة إلى النوم ، إلى أن نلقى نظرة جديدة على
كل مفاهيم النوم . كما يثبت هذا الاختبار اعتقادنا في حاجتنا إلى مزيد من
البحث قبل أن يحق لنا أن نصف حتى السلوك العادي للإنسان وصفاً دقيقاً » .
وقد وضعت بعده هذه الاختبارات مباشرة نظرية أيدت « النظرية الأيضية »
عن النوم ، التي تفترض أن النوم يحى نتيجة لمنتجات ثانوية لعملية الأيض

الإنسانى . وبذا يمكن أن يكون انخفاض معدل الأيض المصحوب بالنقص الكبير فى الحركة هو السبب الذى أدى إلى النقص الكبير فى حاجة الدكتور جريفلاين إلى النوم .

وقد كان الأطباء فى وقت التجارب ، من خمس سنين مضت ، يظنون أن كثيراً من عناصر الطيران المدارى الحقيقى لا يمكن تقليدها ، وأنه من اللازم الاحتياط فى تقليل انفعالات الإنسان الذى يتعرض لانعدام الوزن الحقيقى ، لا المقلد . إلا أنه بالرغم من الافتقار إلى الظروف الحقيقية التى تصحب الطيران المدارى فإن النتائج التى وصلوا إليها جاءت دقيقة إلى أبعد الحدود .

وقد قال الدكتور جريفلاين « ما لم يكن فى وسع طيارى الفضاء أن يتحركوا حركة عادية ، أو تهايم لهم ظروف تشبه الجاذبية ، فلن يكون فى وسعهم أن يؤدوا أفعالاً ضرورية عند العودة إلى الجو فى مركباتهم الفضائية . . . » . وقد تختلف الكلمات ولكن القرار يتطابق تماماً مع القرار الذى وصل إليه رجال الطب الفضائى بالاتحاد السوفيتى . وإنه لمن لهم أيضاً أن نذكر هنا أن كلا من الاتحاد السوفيتى والولايات المتحدة لم تكف بإمداد رواد الفضاء بمعدات الحركة والتمرين ، كقضبان الشد ، ولكنهم يفكرون فى الوقت الحاضر فى بعض معدات التمرين التى لا يمكن الاستغناء عنها فى الرحلات المستقبلية طويلة المدى . كما كانت هناك أوجه شبه أخرى . فلم يدع الروس مجالاً للشك فى مخاوفهم من فقد « المعدنة » فى البناء العظمى للجسم نتيجة للتعرض الطويل المدى لانعدام الجاذبية . وكشفوا عن قلقهم من أن الجمع بين انعدام الوزن وتقييد الحركة قد يؤدى إلى فقدان الكالسيوم من العظام . على أن مخاوفهم هذه لم تنشأ من اعتبارات نظرية ، ولكنها جاءت نتيجة لاختبارات أجريت على المرضى الذين يلتزمون الفراش مدة طويلة ، يؤيدها فقد الكالسيوم من عظام الحيوانات التى بقيت فى المدار فترات طويلة من الوقت . وقد سجل الأطباء

الذين فحصوا الدكتور جريفلاين عن كشب « أخطر » تلف طراً على عضلاته وعظامه . فقد كان الدكتور جريفلاين يخرج من حمامه المائي مدة ساعة واحدة كل يوم ليغير ملابسه الداخية الطويلة وبدلته الكاوتشوكية ، فكانت انفعالاته تكاد تنذر بالخطر ، إذ أن جلده تلون بلون أزرق ، ونبضه ارتفع إلى حد نحيف ، وضغط دمه انخفض إلى درجة خطيرة .

وقال الدكتور جريفلاين : « قد كانت عودتي إلى الماء في الأيام القلائل الأخيرة من التجربة بمثابة إنقاذي من الخطر . فقد كنت أشعر بتزايد الضعف من يوم إلى آخر .

« وقد كان حتى من الصعب على أن أجمع من الطاقة ما يكفي لأن أتكلم ما لم أكن في حوض الماء . كما أنني كنت حساساً ، لدرجة غير عادية ، لأي تغيير يطرأ على درجة حرارة الماء التي ثبتت عند ٩١.٤ فهرنهايت ، إذ أنني كنت أحس بالحرارة الشديدة أو البرودة الشديدة إذا ارتفعت أو انخفضت درجة حرارته درجة واحدة .

« وقد أثبتت الفحوص اليومية أن عضلاتي كانت تلين وتضمر ، كما كان الكالسيوم والفوسفور ، اللذان كانا يهجران العظام ، يظهران بكميات متزايدة في البول ، فتعرضت السكيتان إلى ظروف قاسية من ظروف الإزالة .

وقد أوضح الأطباء أنه لما كانت عضلات الدكتور جريفلاين التي كان يستعملها عادة ضد جذب الأرض ، وعظامه ، لم تكن تفعل شيئاً ، فقد أخذت تمزق نفسها في عملية منظمة من عمليات التحلل . وقد كان من الغرابة بمكان أن الدكتور جريفلاين لم يفقد شيئاً من وزنه ، إلا أن التغير الملحوظ الذي طرأ على مفاصله كان أهم ظاهرة في جسمه .

وقد ذكر الدكتور جريفلاين : « إني لحظت ، أثناء الاختبار وفي الأيام

السبعة التي أعقبت خروجي من الحوض، إحساساً غريباً بتفكك المفاصل، كما لو أن الأربطة قد ارتخت لافتقارها إلى شيء تفعله .

وقد شعر الأطباء المعنيون، في نهاية الاختبارات، بثقتهم الكاملة في أن تعريض رواد الفضاء فترة قصيرة لانعدام الوزن سيؤدي إلى تغيرات طفيفة على أجسامهم، في حين أن تعرضهم لفترات تمتد إلى ست وثلاثين ساعة أو ثمانى وأربعين ساعة، أو لفترات أطول من ذلك، سيحدث في الغالب « انفعالات محسوسة » .

وقد أجريت بعض التجارب النهائية على الدكتور جريفلاين بعد أسبوع من بقاءه في الحوض . وكان قد قام قبل غمره في الحوض بسلسلة من التدريبات على جهاز الطرد المركزي التابع لل سلاح الجوى في قاعدة رايت باترسون لسلاح الطيران . وكان أن فقد وعيه خلال هذه اتدريبات عندما طالت مدة تدريبه تحت قوة طاردة مركزية بلغت ٤٩ ج .

ولما خرج من حوض الماء في تكساس لآخر مرة تلقى معاونة في لبس بدلة الطيران، ثم دفع إلى خط الطيران، وعاونوه في الوصول إلى داخل قمرة طائرة مقاتلة نفثة من طراز ف — ١٠٠ أقلعت في عملية طيران سريعة إلى أوهايو .

وفي هذا قال الدكتور جريفلاين : « هبط ضغط دمي إلى رقم ينذر بالخطر، وكان من الصعب قياسه بالأجهزة التقليدية . أما نبضي فلم يقل عن ١٥٠ طول مدة الرحلة، بينما أن قيمته في الأحوال العادية لا يتعدى الثمانينات . » وقد كانت فترة التدريب في جهاز الطرد المركزي أشق على من أن أحملها هذه المرة . كنت مصاباً بدوار، وارتفع نبضي، وأصبت بغثيان شديد . إلا أنه كان واضحاً أن جسمي كان لا يزال قادراً على دفع الدورة الدموية بما يكفي

لتغذية مخى وعينى. ثم ارتفعت القوة الطاردة المركزية مرة أخرى إلى خمسة جـ
وعندها فقدت قدرتى على الإبصار .

على أن ضوءاً جانبياً قد سطر نتيجة للنقص الكبير الذى طرأ على
احتياجات الدكتور جريفلاين للنوم . فقد كانت انولايات المتحدة والاتحاد
السوفييتى قد قامتا فى عدة سنوات بإجراء بعض التجارب بغية الوصول إلى
وسيلة لخفض عدد ساعات النوم التى يحتاجها الإنسان كل ليلة — دون أن
تكون لها آثار جاذبية تتدخل فى كفاياته ومهاراته العادية. وتؤيد التجارب التى مر
بها كوبر فى سفينته الفضائية مير كورى من حيث النوم نتائج تجارب الدكتور
جريفلاين التى أجريت عليه فى حوض الماء ، قبل ذلك بعدة سنوات ، مما
يبين أن ظروف الارتخاء الكامل، سواء فى حالة الفعس فى الماء ، أو فى حالة
انعدام الجاذبية ، تؤدى إلى انخفاض شدة حاجة الفرد إلى النوم .

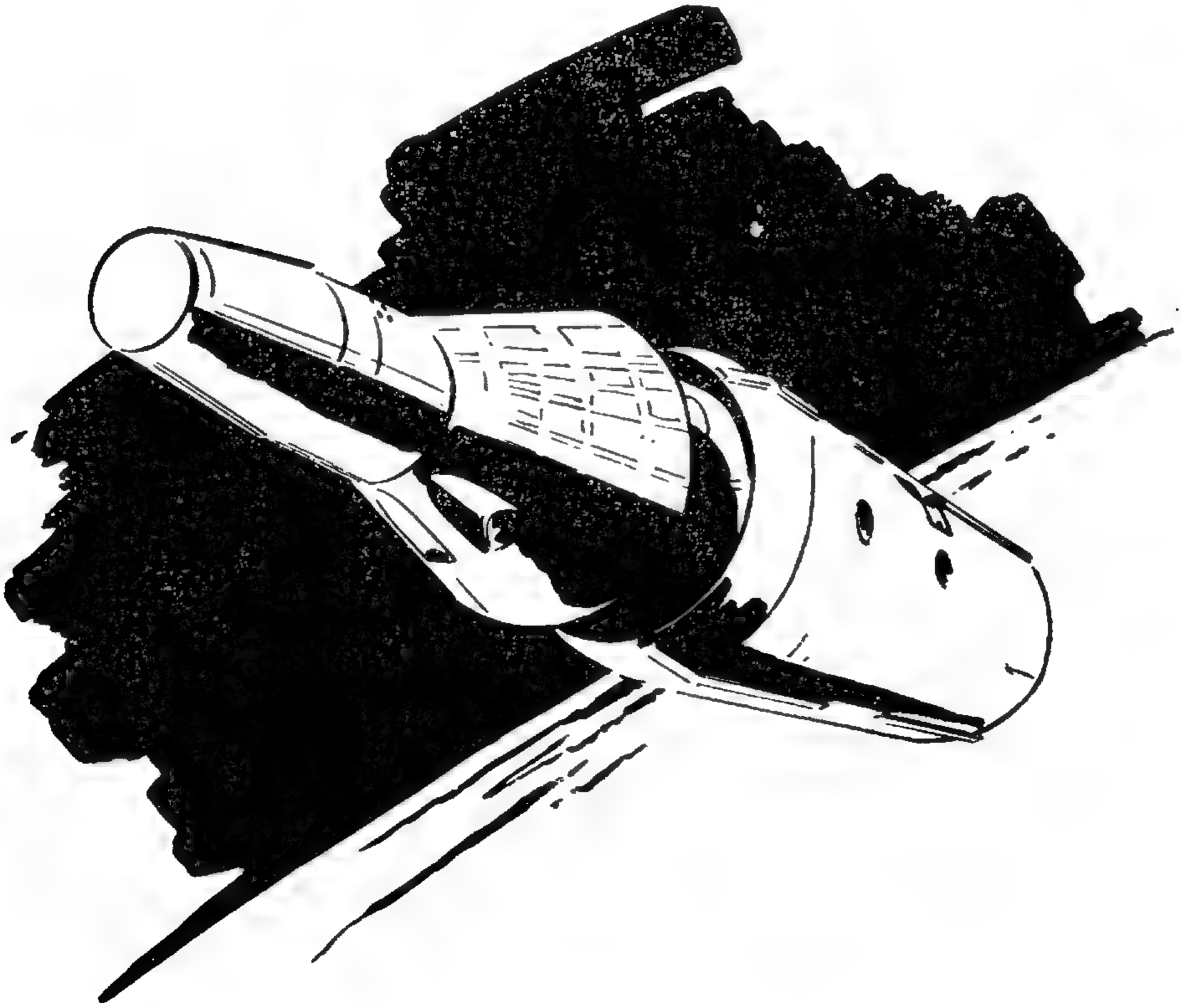
وقد ظل الروس عدة سنوات يستخدمون « جهاز النوم الكهربائى للعث »
على النوم الفورى العميق ، وهو جهاز يقل طوله عن قدم واحد ، ويبلغ عرضه
أربع بوصات ويزن حوالى خمسة أرطال وتوضع أقطابه على جفنى العينين ومؤخر
الرقبة، فيتلقي الشخص دفعات منخفضة التردد ، وينام فى الحال نوماً عميقاً جداً.
وقد أعلن الأطباء الروس أنهم كانوا فى الأصل يستخدمون هذا الجهاز
لتأثيره المفيد فى المستشفيات . فلما اتضح أنه لا يحدث آثاراً جانبية ، وأنه أصبح
فى الإمكان تخفيض ساعات النوم إلى ما لا يزيد على ثلاث أو أربع ساعات
فى الليلة الواحدة ، تكفى لإراحة الجسم وللخ إراحة تامة ، بدأوا يستخدمون
الجهاز على نطاق أوسع بكثير .

وتضمن هذا استخدامه من الناحية العملية . كما أثبت الجهاز أثناء العمليات
العلمية فى أثار كتيكا أنه جهاز لا يقدر بـمن . فقد استخدمه الروس فى قاعدة
ميرنى ، حيث يمتد الليل القطبى الجنوبى إلى ستة شهور لخفض احتياجات

الفرد من ساعات النوم بنسبة ٥٠ في المائة ، مما هياً لكل فرد أربع ساعات إضافية من ساعات اليقظة اليومية لفترة الشهور الستة !

اختبارات جديدة

بدأ سلاح الطيران الأمريكى فى أوائل عام ١٩٦٥ سلسلة واسعة من تجارب الراحة فى الفراش وما يتصل بها لجمع أكبر كمية من البيانات الأساسية عن انفعالات الجهاز الدورى . فقد بدأت مدرسة الطب الفضائى الجوى فى تكساس اختباراتهما للحصول على مزيد من البيانات عن أثر طول المدة المرسومة للمهمات التى ستؤدى على ظهر المول ^(١) — المعمل المدارى الحمول بالبشر . والمول جزء من برنامج جيميني ١٠ الذى ينفذه السلاح الجوى « يرسل فيه اثنان من رواد



شكل (٢٥)

المعمل المدارى الحمول بالبشر

(١) mol الحروف الأولى من الإسم الانجليزى Manned Orbital Laboratory

الفضاء إلى المدار ليعيشا ويعملا داخل أسطوانة محكمة القفل تتصل بسفينة الفضاء جيميبي الأم .

ويشعر علماء الطب التابعون للسلاح الجوي أنهم قد توصلوا إلى ابتكار إجراءات ووسائل تهيب لرواد الفضاء وقاية كافية ضد آثار انعدام الجاذبية من مضاعفات على جهاز الدورة الدموية . وتتضمن هذه الاختبارات محاولات لايجاد وسيلة لخفص احتمال إغماء الفرد بعد التحمول الإجباري للبناء العضلي والميكلي . ويعتقد العلماء أن البدل المقاومة للجاذبية ، والتي تطورت من الأجهزة التي يستخدمها طيارو المقاتلات منعاً للعنى المؤقت أثناء مناورات الطيران التي تصحبها قوى ج كبيرة ، قد توصلنا إلى حل للمشاكل التي واجهت شيرا وكوبر في طيرانهما ، كما قد توصلنا إلى حل للمشاكل التي واجهها رواد الفضاء الروس .

وتجرى الآن دراسات للوصول إلى إجراءات وقائية أخرى للاستخدام اليومي ، تتضمن استخدام قفاز ضغط الدم في حالة التصاق تام أثناء انعدام الوزن . فقد ينتفخ القفاز من وقت لآخر ، وقد يعمل على موازنة الآثار الضارة التي تنتج عن امتداد فترة انعدام الوزن . ومن المؤكد أن القفاز سيعمل على رفع ضغط الدم في الأوردة إلى حد يتفق مع القراءات المأخوذة على الأرض تحت قوة جاذبية عادية قدرها ١ ج .

ومن الإجراءات التي تمكن الجسم من معاونة نفسه أن يقوم الإنسان بمناورات شبيهة بما يجريه الطيار ، عندما يعود من ارتفاع عال إلى ارتفاع واطيء ، ويصاب بانسداد الأذن . وقد درب الطيارون على تخفيف وطأة هذا العارض بسد منخريهم بأصابعهم وقل فهم ثم النفخ برفق ، مما يساعد على تسوية للضغط داخل الأذن فتخف شدة انسدادها .

أما في الطيران الفضائي فيقوم رائد الفضاء بقلقلة إقفاً محكماً ثم يفر بقوة ، فيؤدي هذا ، وخاصة مع التكرار ، إلى زيادة ضغط الهواء داخل الصدر ، مما يعطل انسياب الدم إلى القلب ، ويسمح لجهاز الوقاية العادي بالجسم أن ينشط ويعمل في الحال . ويرد الجسم على هذا بإسراع عمل القلب وتضييق الأوعية الدموية في أجزاء مختلفة من الجسم للتغلب على أثر زيادة ضغط الصدر . وتؤدي هذه المناورة إلى زيادة ضغط الدم في مساحة كبيرة من الجسم حتى يصبح أقرب إلى مستواه العادي . فإذا تكررت هذه العملية عدة مرات ضوعفت ، إلى حد ما ، إجراءات الجسم تحت ١ ج .

وقد ثبتت صلاحية بدلة مقاومة الجاذبية كوسيلة تضمن التعويض ضد انفعالات جهاز الدورة الدموية إلا أنها استُخدمت بعد الراحة الإيجابية الطويلة . فإذا كان المقصود هو مجرد التعويض عن الآثار ، فعني ذلك إهمال الموضوع الأهم الخاص بالوقاية . وقد يفيد الاعتماد على بدلة مقاومة الجاذبية أثناء العودة إلى الأرض إذا سار كل شيء حسب الخطة المرسومة . أما إذا كان الطيران طويل المدى ، رفشت بدلة مقاومة الجاذبية أثناء العودة إلى الأرض — وخاصة إذا هبطت سفينة الفضاء في مكان بعيد ولم يتيسر إصلاحها في الحال — كانت النتيجة الحتمية الكساح أو الموت لرائد الفضاء المصاب .

ونذا كانت الوقاية هي مفتاح السلامة في ظروف انعدام الوزن طويل المدى . وقد أكد الروس بكل قوة أن اللياقة البدنية الكاملة من متطلبات الطيران الفضائي طويل المدى ، مما دعاهم إلى وضع نظام إجباري يومي عند التدريب الرياضية على عكس ما يتبعه الأمريكيون من ترك أغار اللياقة البدنية إلى الفرد نفسه .

وقد مالت الدراسات الحديثة في الولايات المتحدة إلى الاعتقاد بسلامة

وجهة النظر الروسية . وأصبحت وجهة نظر السلاح الجوى أنه يحسن أن يكون شد العضلات (التوتر العادى للعضل السليم أو مقاومته للشد) من متطلبات الحتمية لسلامة وحياء رائد الفضاء .

وقد قال الكاتبان والاس أونان ، مدرس الطيران ومدرس التدريبات البدنية بالسلاح الجوى ^(١) « إنه لا بد من أن يكون فى وسع رائد الفضاء أن يقاوم ، أثناء العودة إلى الأرض ، قوى الجاذبية التى تفرض على جسمه فى المرحلة الأخيرة من رحلته الفضائية . فإن الحاجة ماسة فى هذه المرحلة إلى العضلات القوية المربة . فهل يستطيع جسم رائد الفضاء أن يقاوم قساوة المهبوط دون حدوث تلف إذا لم يعمل على الاحتفاظ بعضلات قوية ؟ فإن الاحتفاظ بعضلاته فى حالة جيدة سيقبىه من خطر هو فى غنى عنه . على أن الاحتفاظ بشد سليم فى العضلات أمر متاح ، ومن السهل إدخاله ضمن الروتين الخاص بالطيران الفضائى » .

وتحتفظ العضلات بشدها أثناء الانفعالات الانعكاسية فى بيئة العجلة ١ ج . بواسطة النشاط الذى تبديه مغازل العضلات . فإذا تعرض الإنسان لانعدام الجاذبية فترة طويلة أصيب توتر العضلات بتلف كبير وسريع لأن العضلات لم تعد تراول الشد كما كانت تفعل على سطح الأرض . فإن انعدام جاذبية الأرض ، وما كان يصحبها من زيادات محسوسة فى الضغط نتيجة للعمل العادى وأنشطة الحياة العادية ، والتعرض إلى ظروف طويلة المدى من الاسترخاء إلى أقصى حدوده ، يؤدى إلى انهدام كامل للحائز على إحداث الانكماش الانعكاسى للعضلات . أما على الأرض فإن مجرد الحركات البسيطة العادية تكفى لتدعيم أدنى درجات التوتر العضلى .

وقد قام الرواد الأمريكيون والروس بإجراء بعض التجارب بحبال الشد والمدادات وغيرها من معدات التمرينات البدنية داخل الحيز الضيق في سفينة الفضاء ، فأعطت قليلاً من الأمل في التعويض عن نقص شد العضلات التي تنشأ من الإنفعال الانعكاسي .

إلا أن الانكماش المتقاييس يبدو أفضل وسيلة لضمان توتر العضلات في الجسم بكامله . وهو عبارة عن وسيلة للقيام بتمرينات لا تتطلب نشاطاً بدنياً كبيراً في تحركات الجسم ، ولا يحتاج إلى أى نوع من المعدات ، ويتلاءم تماماً مع الحيز الضيق المزدحم . كما أنه قابل للممارسة في ظروف انعدام الوزن وعلى سطح الأرض سواء بسواء .

ويعرف الانكماش المتقاييس على أحسن الوجوه بأنه وسيلة أو طريقة للتمرين تنكش فيه عضلات الفرد ضد جسم غير قابل للحركة لفترة قصيرة من الزمن . وقد عرف لأول مرة ، ونال نصيبه من التقدير بعد أن استخدم في مراآز رعاية المرضى الذين تضطربم حالاتهم للبقاء في الفراش مدة طويلة ، ومع المرضى الذين يقاسون من ضعف نمو عضلاتهم بسبب الحوادث أو المرض ، أو بسبب عيوب ولدوا بها .

وقد أصبح بعد تطويره عوناً كبيراً في اللياقة البدنية . وهام رافعو الأثقال قد زادت قدرتهم على الرفع بمقدار خمسين رطلاً عما تعودوا رفعه من قبل ، كما أعلن الرياضيون في غالبية مجالات الألعاب ، بحماس شديد ، أن اتباع نظام دقيق من الانكماش المتقاييس قد أدى إلى تحسين كبير في أدائهم الفردي يمتد من ملحوظ إلى مذهش .

وقد أوضح الكاتبان أوتان : « إن الانكماش المتقاييس مبني على النظرية القائلة بأن العضلات تنمو بسرعة أكبر إذا مورست التمارين بدون

إرهاق . ويجب أن يستمر انكماش العضلة مدة تتراوح بين ست وثمانى ثوان حتى يكون له أفضل الأثر . فهذه الفترة القصيرة من العمل تسمح للعضلة أن تعمل ، ولكنها لا ترهقها . ويساعد هذا الإجراء على سرعة نمو ألياف العضلات بسبب عدم حاجتها إلى فترة استرجاع قبل الدخول فى مرحلة البناء على نحو ما تتبعه بعد الإرهاق التام .

وفى وسع رائد الفضاء أن يتبع نظاماً كاملاً لبناء عضلاته بممارسة مختلف التمرينات المعترف بها من الانكماش المتقايس — بضغط يديه وذراعيه معاً ، والضغط بقوة على جدران سفينة الفضاء والتجمعات التى تحويها ، والقبض باليدين على قضبان مثبتة ، حتى يتاح له انكماش العضلات ضد أجسام لا تتحرك حتى تنفى بالفرض المطلوب من القيام بتمارين الانكماش المتقايس .

بقى الآن أن تحدد الطيرانات المدارية المستقبلية ما إذا كان الانكماش المتقايس أو نظام مطور منه بمعدات خاصة ، يستطيع أن يتغلب على المشاكل الخطيرة الخاصة بعدم أقلية جهاز الدورة الدموية . على أن هناك شيئاً واحداً مؤكداً هو أن المشكلة تلقى أكبر اهتمام من علمائنا الطبيين فى الوقت الحاضر .

ومما يشير إلى خطورة هذا الأمر ، والمجهود المكثف للوصول إلى حلول لهذه المشكلة ، ذلك التأكيد القوي على إجراء الاختبارات والتجارب الطبية التى وضعت خططها لبرنامج جيميني . وقد كان نتيجة للتقييم الكامل لهذه المشاكل التى ظهرت فى طيرانات رائدى الفضاء شيرا وكوبر ، ودراسة تفاصيل المتاعب التى تعرض لها رواد الفضاء الروس ، والتى حصلنا عليها من العلماء السوفيت ، أن وضعت هيئة النازا خطة لتسع تجارب طبية واسعة تجرى أثناء طيرانات برنامج جيميني التى يشترك فى كل منها رجلان .

وقد أوضح الدكتور جورج مويلر نائب مدير الطيران الفضائى فى السفن

المحملة بالبشر ، الذى تشرف عليه النازا (رئيس البرنامج المدنى الأمريكى للطيران الفضائى فى السفن المحملة بالبشر) أن برنامج ميركورى يقدم لنا الدليل على أن الطيرانات التى لا تزيد مدتها على أسبوعين لن تؤدى إلى آثار ضارة بالإنسان . على أن هناك انفعالات انعكاسية مؤقتة محتمل مواجهتها . إلا أن العلماء لا يتوقعون من الرحلات التى تمتد إلى أسبوعين ظهور أى آثار لا تختفى تماماً فى خلال شهر من إتمام الرحلة .

وقد وضع برنامج جيمينى على أن يكون مشروعاً بطيئاً يشترك فى كل عملية منه اثنان من رواد الفضاء ، مبتدئين فى رحلة الطيران الأولى بالرحلة المألوفة التى تقطع فيها السفينة ثلاث دورات (كما فصل كل من جلين وكاربنتر فى برنامج ميركورى) . حتى إذا ما حلت الرحلة السابعة ، وكانت الأمور تسير على المنوال الناجح الذى سلكه برنامج ميركورى ، طار فى السفينة رجلاً إلى الفضاء فى رحلة تستغرق أسبوعين .

وستقوم النازا فى خلال التزايد التدريجى فى فترة الطيران (وتزايد التجارب التى تجرى فى الفضاء) بإجراء سلسلة من الفحوص الطبية الواسعة لتجديد الآثار الحقيقية لزيادة فترة الطيران على راكبي السفينة جيمينى . وقد حدد الدكتور مويلر التجارب الطبية التسع المزمع إجراؤها فى رحلات جيمينى ابتداء من جيمينى ٣ إلى جيمينى ٦ ، وهى :

(١) تجربة على الانفعال الانعكاسى لجهاز الدورة الدموية لمحاولة ابتكار إجراءات مضادة للوقاية من الخلل الذى يطرأ على توزيع الدم فى الجسم بسبب التعرض الطويل المدى لحالة انعدام الوزن . وفيها تنفخ قفازات هوائية على ذراعى رائد الفضاء العلويين وفخذية العلويين إلى ضغط يبلغ حوالى خمسين ملليمترًا من الزئبق فى أوقات معينة — مخطط لها فى الوقت الحاضر أن تكون خمس دقائق كل نصف ساعة ، يكون الملاح فيها يقطاً . (جيمينى ٣ إلى جيمينى ٨) .

(م ١٢ تحدى الفضاء)

(٢) يوضع ملاحا جيميني على منصدة مائلة قبل وبعد كل عملية طيرانية مدارية لتسجيل نبض رائدى الفضاء ، على أن تقارن النتائج لدراسة آثار انعدام الوزن على جهاز الدم . (جيميني ٣ إلى جيميني ٩)

(٣) يقوم ميكروفون بتسجيل أصوات القلب ومقارنتها بقراءات راسم القلب الكهربائى لتحديد الفترة الزمنية بين الانكماش الميكانيكى والكهربائى لعضلة القلب ، مما يهيء للأطباء دليلاً على ما يمكن أن يحدث من خال فى عضلة القلب أثناء فترات انعدام الوزن الطويلة . (جيميني ٤ إلى جيميني ٩)

(٤) يجرى تحليل الهرمونات من عينات البول التى تجمع قبل وخلال وبعد كل رحلة ، على أن تقارن النتائج الخاصة بما قبل الطيران وما بعد الطيران حتى يتمكن الأطباء من تحديد ردود الفعل لمتطلبات الإجهاد ووسائل تجارب جهاز الدورة الدموية . (جيميني ٦ إلى جيميني ٩)

(٥) تجرى دراسة لفقد المعدنة ومداه بسبب التعرض لانعدام الوزن الطويل المدى ، بمقارنة صورة أشعة إكس لعظمة كعب القدم والأصبع الصغير لليد اليمنى قبل الطيران وبعده . (جيميني ٤ إلى جيميني ٩)

(٦) يقدم لرائدى الفضاء لمدة أسبوعين قبل الرحلة المدارية، وأثناء الرحلة، ولمدة أسبوعين آخرين بعد الرحلة، وجبات كلسيومية منظمة تنظيمًا دقيقًا، على أن تحلل جميع الفضلات لتعيين محتواها من الكالسيوم حتى يمكن تحديد معدل ومقدار الكالسيوم المفقود أثناء فترة انعدام الوزن . (جيميني ٧ فى رحلة طويلة تستغرق أسبوعين وجيميني ٩) .

(٧) يقوم جهاز تسجيل طبي حيوى منمنم بتسجيل دقيق لقراءات راسم المنح الكهربائى عن مستوى الوعى وعمق النوم لكل من رائدى الفضاء أثناء الطيران المدارى . (جيميني ٥ و ٦ و ٩)

(٨) تؤخذ ، قبل الرحلة وأثناءها وبعدها ، قياسات عندما يلبس رائد

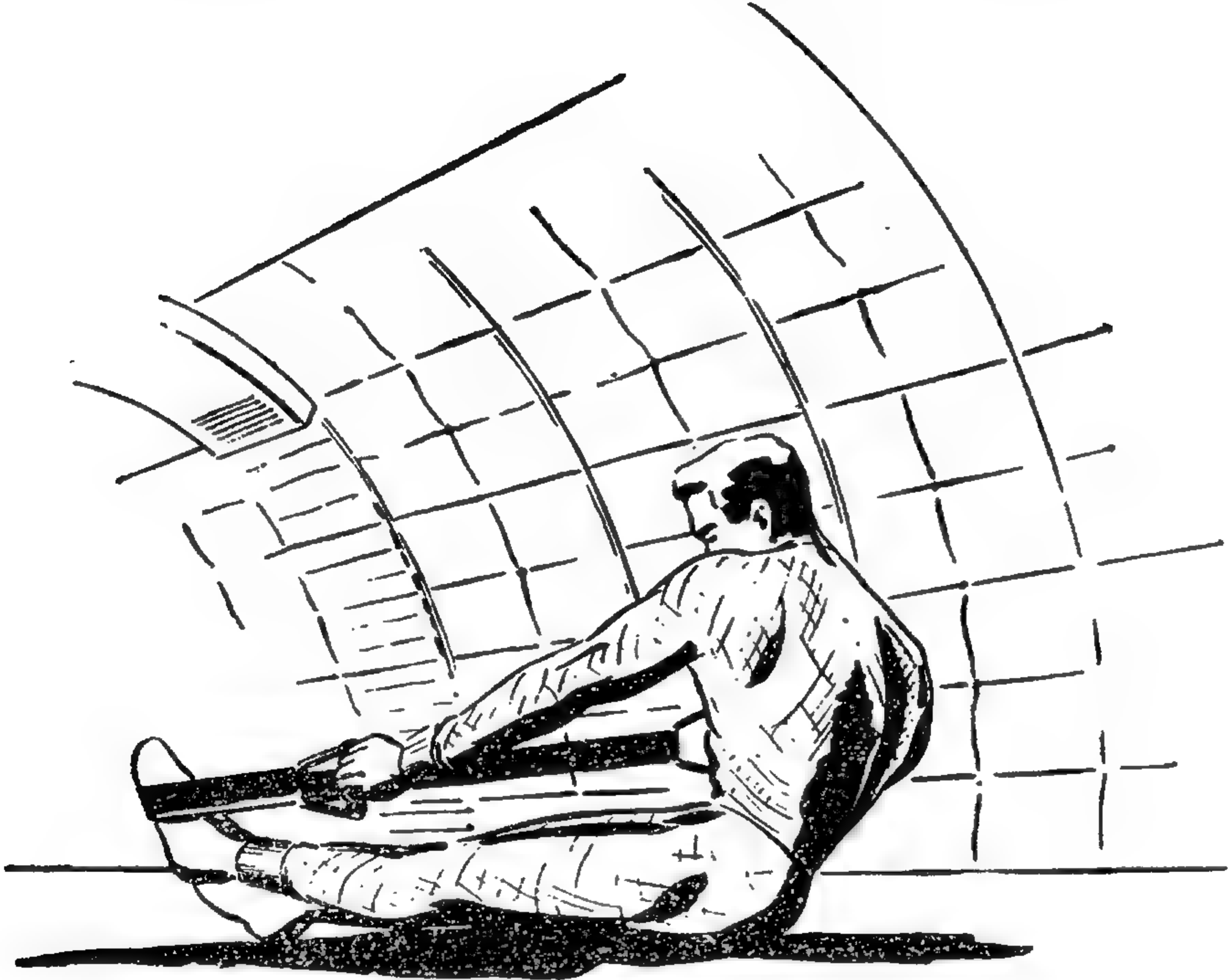
الفضاء نظارات معتمدة محتوية إحدى عينيها مصدراً ضوئياً ذاتي القوة على شكل خط أبيض قابل للحركة . ثم تثبت الرأس ، ويضبط رائد الفضاء وضع الخط الأبيض بحيث يعين اتجاه محور التآرجح الميسلي للسفينة . ويقوم رائد الفضاء الثاني بقراءة وتسجيل الأعداد على مسمار محوري سبقت معايرته . وستساعد هذه التجربة ، التي تجري لاختبار التأثيرات على الأذن الداخلية ، على تحديد قدرة رائد الفضاء على التوجيه في الظلام خلال فترة انعدام الوزن طويل المدى . (جيميني ٧) .

(٩) يقوم رائد الفضاء ببعض التمرينات في سفينة الفضاء بشد حبل مثبت في عارضة للقدم ، وذلك قبل الرحلة وأثناءها ، على أن تؤخذ قياسات لضغط الدم قبل هذا التمرين وبعده ، مع مراقبة معدل النبض أثناء فترات التمرين لتعيين قدرة رائد الفضاء على مباشرة الأعمال البدنية أثناء انعدام الوزن . (جيميني ٤ إلى جيميني ٧) .

على أن هناك قليلاً من الشك بالرغم من خطورة قلق الأطباء على صحة رواد الفضاء تحت ظروف انعدام الوزن التي يتعرضون لها في رحلاتهم الفضائية طويلة المدى ، في أن حلول المشاكل أصبحت قريبة المنال . وسيعتبر الحد الزمني ، الذي نعتبره في الوقت الحاضر من ضرورات الرحلات الفضائية في سفن محملة بالبشر ، سيصبح قيداً مؤقتاً يُرفع بمجرد أن نتمكن من التعيين الدقيق لُكنه ومدى التغيرات التي تطرأ على الرجال تحت ظروف انعدام الجاذبية طويلة المدى . على أنه من المؤكد أن ممارسة التمارين البدنية على ظهر سفن الفضاء الحالية والمستقبلية قد أصبحت ضرورة حتمية . ومعنى هذا أن على الرجال الذين يذهبون إلى المدار ، لوقت ما ، أن يتدربوا تدريجياً تاماً على هذه التمرينات التي تعتبر مفيدة لهم إلى أقصى الحدود ، والتي يمكن ممارستها في الجيز الضيق

نسبياً داخل سفينة جيميني وأبوللو . (لاندري ، ولم ينبس الروس بينت شفة
عن حجم سفينة الفضاء التي ستلي السفينة فوستوك) .

وتنحصر دقة الموقف في أن المشكلة أقرب إلى الحل في الأجيال القادمة
من سفن الفضاء ، ألا وهي المحطات المدارية الكبيرة التي ستصبح ممكنة بفضل



(شكل ٢٦)

الألعاب الرياضية في محطة الفضاء

الصواريخ العملاقة التي تجري عليها الاختبارات والتطويرات المتقدمة في
في الوقت الحاضر . وسنستطيع أن نندفع إلى محطات مدارية تزن من ٢٠.٠٠٠
رطل (ساتيرن ١) إلى ٢٤٠.٠٠٠ رطل (ساتيرن ٥) . وستتاح لنا عندئذ ،
ولأول مرة ، فسحة من الحيز في الفضاء .

ومعنى هذا أننا سنزود ، وخاصة للرحلات التي تستغرق عدة أسابيع ،
بالحيز والوزن اللازمين لمعدات التأقلم البدني . وها هو جيمس كارتر ، الذي

يعمل بمركز جورج مارشال للطيران الفضائي ، يوصى بأن تحوى هذه العلاقات المدارية على ظهرها تشكيلة من مختلف وسائل التمرينات البدنية فى هيئة معدات كاملة . ويوصى بأن يكون ضمن هذه المعدات دراجة تمرين ، ومقبض شد مزدوج ، ومقبض يدوى ، وعقلة ، ومقابض الحائط ، وركاب ، وآلة تجديف وجهاز من أجهزة اللي .

وقد تسد هذه المعدات حاجتنا من متطلبات تمرين كل عضلات الجسم ، والاحتفاظ بتوتر سليم للعضلات ، والتأقلم البدنى بصفة عامة . وستتاح لرائد الفضاء حرية الاختيار المستمرة لأدوات التمرين . وقد تؤدى التطورات فى عمليات الانكماش المتقاييس الذى أختير بصفة خاصة لمعالجة آثار انعدام الوزن إلى اختفاء تام للمشاكل التى تتصف فى الوقت الحاضر بالخطورة .

إلا أنها ستثير مواقف فى الفضاء يبدو أنها غابت عن أذهاننا .
تصور أن عليك أن تشق طريقك فى الفضاء إلى المريخ !!

الفصل الثامن آلات التعذيب

كنا أربعة عشر رجلاً تجلس على مقاعد موسدة على كل من جانبي حوض من الصلب السميك يبلغ من القوة حداً يكفي لمقاومة أى شيء إلا إصابة مباشرة من قنبلة ذرية. وقد كان هذا الحوض الذى تبدو عليه بوابر الشر غرفة يستطيع فريق من الرجال فيها ، يحملون المقاييس والروافع ، أن يرفعوا المجموعة من الأرض وينقلونها داخل البيئة المحكمة الثقيل ، إلى ارتفاع مدون يبلغ خمسين ألف قدم أو يزيد .

كانت هذه غرفة محكمة من الهواء يقصد بها تعيين ما إذا كان كل منا فى جلسته المقلقة يستطيع أن يقاوم الطيران على ارتفاع شاهق ، وما إذا كان يستطيع تشغيل معداته التى توفر له الضغط والأكسجين للتنفس ، وما إذا كان يستطيع ، مكافأة له ، أن يقاوم تخلصاً انفجارياً شبيهاً بالتخلخل الانفجارى فى القمرة عند الارتفاعات الكبيرة . ويدخل هذه الغرف عشرات الألوف من الطيارين كل عام . وهى شر لا بد منه بأى حال من الأحوال .

وقد عبر أحد طياري المقاتلات التابعة للبحرية ، وكان محارباً قضى آلافاً من الساعات فى الطيران ، عن تأفقه وضجره وهو يمسح العرق من جبهته ، ويعدل من وضع كامته إلى وضع مريح ، فقال : « أعوذ بالله ، فلو كان الطيران بهذه الخشونة لطويت جناحي من زمن طويل » .

وتكمن داخل هذه الغرفة المؤلمة حقيقة فى غاية البساطة ، تتعلق بالطيران الفضائى والاستعدادات لهذه الرحلات ، فإن التدريب والاختبارات الخاصة التى تجرى فى هذه الغرفة أسوأ بمراحل من الرحلة الحقيقية .

وقد تحول طب الطيران الفضائي شيئاً فشيئاً نحو اعتباره طب الفضاء الجوي بدلاً من تمييزه بـ «طب الفضاء». فالتسمية الأخيرة تسمية خاطئة، لأنها تدل على تخصص بذاته. وقد كان هذا من سوء الحظ الذي يؤدي إلى التضليل. فقد كان الناس من عدة سنوات في حيرة من تحديد نهاية لمجال الطيران الجوي يبدأ عندها الطيران الفضائي. وكان الحل أن يتمسك الناس بعبارة «الطيران الفضائي الجوي» ليشمل علوم الملاحة الفلكية والملاحة الجوية على حد سواء.

ولما كان من المحتم أن يعيش الإنسان داخل غلافة الواقي الذي يحوى بداخله جواً شبيهاً بالجو الذي يطوق الأرض، فقد عرف الطب بداية الفضاء بالنقطة التي يبلغ فيها الجود درجة من الرقة لا تسمح بالحياة. فإذا تعرض الإنسان للطيران السريع في حالة الارتفاعات العالية دون اتخاذ إجراءات وقائية خاصة، لما بقي إنساناً بالوضع المفهوم، ولتحول إلى حزمة ميتة على استعداد لوضعها في صندوق من الخشب يدفن تحت سطح الأرض.

وعلى ذلك فالمقياس الفسيولوجي هو الذي يحدد بداية الفضاء الذي يترتب بنا على بعد من الأرض الحديثة أقرب مما تتصوره غالبيتنا. على أن كثيراً من الأطباء مقتنعون في الواقع بأن التعاريف الوفيرة التي ترمى إلى تحديد الخط الفاصل بين الطيران الأرضي والطيران الفضائي هي مجرد تخايل. فإذا نظرنا إلى وقاية الإنسان المسافر إلى الفراغ، فإن الفضاء يبدأ بعدست بوصات من سطح الأرض. أما محاولة تحديد أي تقسيم آخر فيكون بمثابة محاولة للادعاء بأن صعود رجل الفضاء يمكن تقسيمه إلى مرحلتين، يأخذ في أولها دور الطيار الجوي، ثم ينتقل فجأة في المرحلة الثانية إلى دور الرائد الفضائي.

على أن هناك بالطبع حدوداً ميكانيكية. فمهام المهندسون بصرون على وجود حد. ديناميكي حراري هوائي للأرض، هو عبارة عن طبقة تبعد عن السطح مسافة تقرب من مائة ميل. هذا هو الارتفاع الذي إذا طارت فيه سفينة فضاء،

مندفغة حول الأرض بسرعة مدارية ، فلا بد لها من أن تهبط بالتدريج إلى طبقات الجو العليا الرقيقة ، فتواجه بذلك احتكاكاً متزايداً مع الجزيئات الغازية . ثم لا يلبث الاحتكاك أن يزيد إلى حد لا تبقى عنده السفينة في مدار محدد ، بل تندفع عائدة إلى الجو للتكاثف . وهذا كله صحيح من الناحية الميكانيكية . إلا أنه من الناحية الفسيولوجية تحديد لا معنى له ، إذ أن رائد الفضاء - إن لم يزود بجميع وسائل الوقاية التي يحتاج إليها على الجانب البعيد من القمر - سيلقى حتفه قطعاً عند عودته إلى أعماق الجو الواقعة تحت هذا الحد الميكانيكي . وتنتهى حياته في لمح البصر .

أما المقياس الذي اتخذته علماء الطب في تقسيم المسار الرأسى من الأرض فهو ، أولاً وقبل كل شيء الكائن البشرى .

ولنأخذ رجلاً بائساً عرباناً ، ثم نبداً بحرمانه من وسائل الراحة التي اعتادها جسمه خلال حياته . فإذا ما وصلنا به إلى مستويات معينة تتعرض فيها حياته للخطر ، فقد وصلنا هضبة أخرى يحتاج فيها إلى بدائل صناعية تحفظ له حياته . ولن يمضى وقت طويل حتى نكتشف أننا مررنا بمختلف المضبات . وأتينا على ارتفاع من الأرض لم يعد عنده الإنسان - من الناحية الفسيولوجية - في حدود الأرض التي ضمنت له حياته حتى هذه النقطة .

ولا يهمنى في تلك اللحظة أى المقاييس يستخدم . فالرجل في الفضاء لا بد من إمداده ببيئة من نفس البيئة التي تحفظ له حياته على الأرض ، وهو على بعد خمسين ميلاً ، أو مائة ، أو ألف من الأميال من هذا الكوكب . وقد تجرى بعض التعديلات على الشكل الخارجى للصندوق الصفيعى الذى وضعنا فيه الرجل ، وقد نضعه على قمة صاروخ بدلاً من إدخاله في مركبة مجنحة . إلا أننا لن نكون قد غيرنا شيئاً بالنسبة له . فهو في الفضاء ، وسيموت بنفس السرعة وبنفس الرعب أيضاً ، سواء أطلقنا على صندوقنا الصفيعى اسم طائرة

أو سفينة فضاء . فإن يغير هذا شيئاً بالنسبة للمخلوق الحساس الضعيف
القابع داخل الصندوق الصفيحي .

دفع و ضغط :

يرى رواد الفضاء في الطيران مجرد إحساس بالاسترخاء والسعادة المصحوبين
بأعلى مستويات الراحة التي أحسوا بها في حياتهم . كما أسرع كثير من رواد
الفضاء الأمريكيين في الإشارة إلى أن فترة انعدام الوزن كانت الفترة الوحيدة
في حياتهم التي شعروا فيها بالراحة وهم يرتدون بدلة الضغط السمجة المشدودة
على أجسامهم .

ومع أن نخر عباب بحور الفراغ في الطيران الحرحول الأرض هو نوع من
الاسترخاء لا يضاهيه أى استرخاء آخر ، فإن ما يسترعى الاهتمام هو الرحلة
إلى المدار والعودة منه . ففيها تكمن الخطورة : ضجيج ، وحرارة ، وقاق ،
وخشونة . فلا بد من دفع الجزاء ثمناً لسعادة انعدام الجاذبية . أما الثمن فهو
عجلة قاسية — قوى جاذبية موجبة تدفع الرجل وتضغطه وتهرسه كما لو كان
دمية ملائى بالأنابيب اللينة تجري فيها غازات وسوائل متعددة الألوان .
وقد كان جهاز الطرد المركزي آلة من آلات التعذيب الطبي التي يألفها
جميع الطيارين قبل أن تبدأ استعدادنا لدفع كبسولة تحمل إنساناً إلى المدار
بسرعة تبلغ ثلاثمائة ميل في الدقيقة بزمن طويل .

وقد منحت الحقاوات التي أظهرناها لروادنا الفضائيين ، والاهتمام الذي
أغدقناه على طيراناتنا الرائدة إلى الفراغ ، منحت جهاز الطرد المركزي شهرة
لم ينلها أيام الطيران في الجو . ومع ذلك فقد تحمل الرجال قدراً من الجزاء
على جهاز الطرد المركزي ، وفي الطيران ، أكبر مما عرفه أى رائد للفضاء منذ
أن رفعنا أبصارنا إلى السماء . وفي هذا تضح النكته القائلة بأن رواد الفضاء تحملوا ،
وهم طيارو مقاتلات وطيارو اختبار ، من القوى أكثر مما تحملوه وهم رواد للفضاء .

ولما كان الصاروخ يبدأ بالارتفاع من الأرض وهو في حالة السكون ، ثم يتسارع بالتدريج حتى يصل إلى السرعة التي يتطلبها المدار — ألا وهي ١٧.٥٤٥ ميلاً في الساعة ، في حالة الصاروخ ميركوري — أطلس ، فإن هذا التغير في السرعة يحكم بالجزء ، والجاني هنا هو القصور الذاتي الذي يتسبب في قيام قوة تعادل أضعاف قوة الجاذبية الأرضية حتى تندفع في الفضاء بسرعة خمسة أميال في الثانية . وعلى رائد الفضاء في الثواني الثلاثمائة والأربع التي تمضي من لحظة الإطلاق إلى لحظة الوصول إلى المدار ، عليه أن يتحمل قوة تزيد إلى أن تصل إلى نهايتها بالقرب من ٨ ج ، أو ثمانية أمثال جاذبية الأرض . وهذا يعني أن الرجل الذي يزن مع كامل معداته ٢٠٠ رطل ، سيزن قبل دخوله إلى المدار ١٦٠٠ رطل . وقد عرف أن هذه القوة ، إذا سلطت على فرد ما ، كانت مانعاً لتحقيق رغبته في قفزة مرحة .

على أن النزول من الفضاء يسبب هو الآخر قيام قوة جاذبية مرتفعة . ومن السهولة بمكان أن ندرك هذا الأمر . فإذا كانت الكبسولة تتحرك بسرعة خمسة أميال في الثانية ، ونحن نود أن تهبط سرعتها إلى الصفر ، فلا بد لنا من تصفية هذه السرعة . وهذا يتحقق بإطلاق الحرارة . فإن حركة الكبسولة تتمثل في طاقة حركتها . وقد استنفدت عمالية إطلاق الكبسولة إلى الوضع المداري بسرعتها المدارية كل الدفع الذي أنتجه الصاروخ أطلس . ويتمثل هذا الدفع في طاقة حركة الكبسولة . ولا بد لنا من التخلص من هذه الطاقة لنعود بالكبسولة إلى سطح الأرض وقد هبطت سرعتها إلى الصفر .

فإذا ما عادت الكبسولة مندفعة في الجولقيت منه مقاومة شديدة . وتزيد كثافة الجزيئات الهوائية كلما اقترب العصفور المعدني الحمل بالبشر من الأرض خلال طبقات تزيد كثافتها باستمرار . إلا أنك لا تستطيع

أن تشق طريقك خلال كتلة متكاثفة دون توقييع الجزاء عليك . وتكون النتيجة في هذه الحالة الاحتكاك، ونتيجة الاحتكاك حرارة ، وحرارة العودة تخاف درجات هائلة من الحرارة .

وهي حرارة تباع عدة آلاف درجة ، على سطح الدرع الحراري الخلفي ، إذ تنشأ في مقدمة هذا الدرع موجة مربعة من الضغط . وهناك ما يبرر الوصف بكلمة مربعة لأن الحرارة تصل إلى ١١٠٠٠ درجة فهرنهايتية ، وهو ما يزيد على درجات الحرارة على سطح أكبر فرن محلية — ألا وهي الشمس . وقد وصف روادنا مرحلة الهبوط فتحدثوا عن كتل اللهب المتصاعدة من مقدمة الكبسولة وهي تترق أمام نافذة سفينة الفضاء ، وما يصحبها من وهج ، وصرير ، وأزيز ، وزئير ، تنفجر كلها مع استخدام الفرامل على سفينة الفضاء .

وقد ألف رائد الفضاء قوى التباطؤ التي تصحب عملية العودة . وقد كادت هذه القوى في برنامج ميركوري أن تكون مطابقة لقوى التسارع الناشئة أثناء الصعود ، حيث كانت نهايته العظمى تتراوح بين ٧ر٥ ج و ٨ ج .

فإلى أي مدى يتحمل الإنسان هذه القوى ؟ هذا يتوقف على الإنسان نفسه ، وعلى الكيفية التي تعمل بها تلك أنقوى ، وعلى الخبرة ومعدات الوقاية ، وعلى الوضع الذي يكون فيه جسم رائد الفضاء الذي تضغطه وتهرسه اليد الخفية للقوى ج . فلو أن على رائد الفضاء أن يتلقى هذا الجزاء وهو في الوضع التقليدي لقائد الطائرة المقاتلة — جالساً — لكان معنى ذلك أن يتلقى هذه القوة الفاشمة ج في اتجاه سفلى على خط يبدأ عند رأسه لينتهي عند عجزه . ومن المشكوك فيه أن يحتفظ الإنسان طويلاً بوعيه وهو في هذا الوضع بالرغم مما تهيئه له بدلة الوقاية من ج (التي تقبض بشدة على الفخذين والمعدة والساقين وغير ذلك من أجزاء الجسم فتزيد من ضغط الدم لتخفيف أثر الثقل

القوى الذى تحدته القوى ج). ولو حدث أن تمكن من ذلك فلن يستطيع التحكم فى مصيره بأكثر مما تتحكم قطعة الطرشى فى برميل مشحون إلى مطعم مزدحم بزبائن على شفا الموت جوعاً . أما أثر هذه القوة ج على الجسم فى هذا الاتجاه فلا يمكن إلا أن تكون شيئاً مكروهاً ، وعلى الأخص إذا طال أمدها .

وقد كان للمؤلف الحظ السعيد (٢) أن يصل إلى أقصى ما يمكنه أن يتحمله من أثر القوة ج ، سواء فى الطائرة المقاتلة أو فى جهاز الطرد المركزى . ولن يستطيع أى كاتب مهما بلغ من الفصاحة أن يصف الإحساس بهذا الثقل الجسم عندما يصبح ذراع الإنسان معادلاً للوح سميك من الرصاص ، ويبدو فكك على وشك الانفصال من الجسم ، ويبدو المعجز كما لو أنه مرتكز على نصالين حادين ... وتبدو رأسك فى وزن طن ، تخاف حتى من إمالتها ولو جزءاً من البوصة ، فإن عضلات رقبتك لم تخلق لهذا النوع من المستحيالات . وربما كان أفضل وصف أقدمه عن آخر لمحة لى لمقياس قوة الجاذبية ، الذى كانت قراءته تزيد على سبعة أمثال قوة الجاذبية الأرضية ، هو أنى شعرت كما لو أن مائتين من الناس صعدوا إلى القمرة ليدوسوا على بأفدامهم دون رحمة أو شفقة . وقد كان هذا كل ما أعرفه . فقد أقيت على ، على سبيل الشفقة ، ستارة سوداء ضخمة أوقفت فى كل هذه الإحساسات المؤلمة .

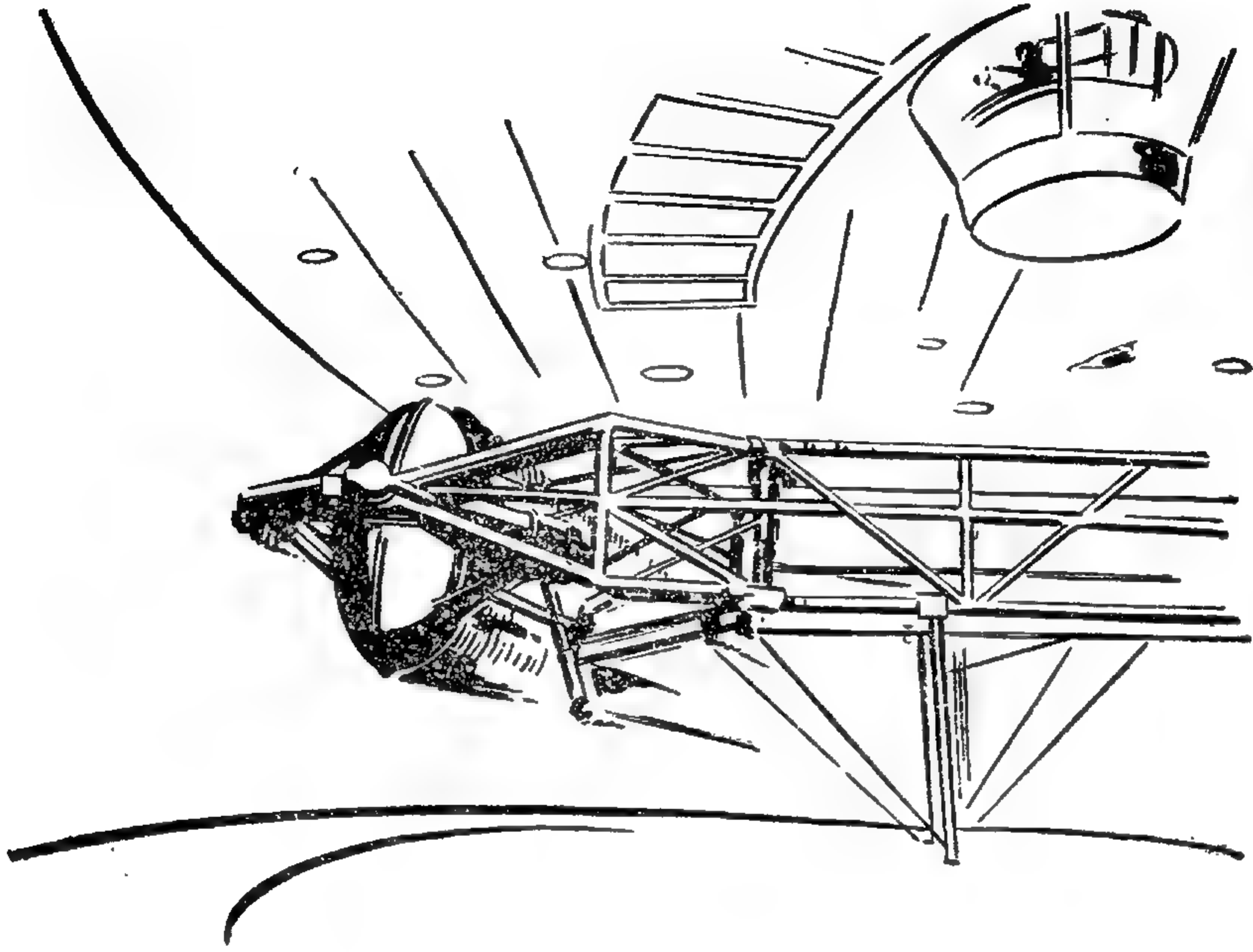
وقد أدرك علماء الطب من زمن طويل أن تغيير اتجاه تأثير القوى ج — إلى خط مائل بزاوية صغيرة تمتد من أعلى الصدر إلى الظهر — يمكن الإنسان من تحمل جزء أشد بكثير مما يستطيع تحمله وهو فى جلسته العادية . وذلك لأن قلبه لم يعد مضطراً وهو فى هذا الوضع ، كما سبق أن رأينا ، إلى أن يضخ الدم إلى أعلى ، وبذا يكون فى وسعه أن يتحمل مقداراً أكبر

من قوى الجاذبية . ولهذا زودت سفننا الفضائية بهذه المضاجع الباهظة التكاليف التى يتخذ عليها الإنسان وضعاً شبه منبسط ، بحيث تكون ساقاه أعلى من بقية جسمه ، وجذعه ورأسه يميلان إلى أعلى ميلاً خفيفاً على الاتجاه الأفقى الحقيقى . ولا بد للدم فى هذا الوضع أن يضخ فى طريق أفقى ، بدلاً من الاتجاه الرأسى الذى تؤثر فيه قوة الجاذبية المضاعفة الساحقة . وبذا يستطيع الإنسان المدرب والمزود بطرق الوقاية السليمة أن يتحمل هذه القوة بالرغم من زيادة وزن الدم إلى ثمانية أو عشرة أمثال وزنه العادى ، ويقوم فى نفس الوقت بتأدية أعماله بدقة فائقة وهو يتلقى هذا الجزاء .

وقد كان علىّ فى أحد الأيام أن أستمع لأصوات ألن شبرد وفيرجيل حريسوم أثناء عودتهما من الفضاء لأتحقق من قوة البأس المائلة التى يمتاز بها روادنا الفضائيون . وكان كل من هذين الرجلين قد أطلق فى مسار دفعى بواسطة صاروخ من طراز مير كورى - رdston . وقد كان الميل الكبير فى مسار العودة إلى جو الأرض سبباً فى زيادة قوى الجاذبية (السالبة) فى ذلك الجزء من مسار المهبوط عنها فى حالة المهبوط من الطيران المدارى حيث كان المسار أكبر طولاً وأكثر انبساطاً . وقد تحمل كل من شبرد وحريسوم قوة تعادل ١٢ ج ، ومع ذلك كان فى وسع كل منهم ، حتى عندما بلغت عجلة الانباط أعلى قيمة لها ، أن يشرف على أجهزة التحكم وأن ينادى قائلاً « حسن جداً احسن جداً ! حسن جداً ! » رغبة منه فى طمأنة أولئك الذين كانوا ينتظرونه على الأرض عن حالته .

وقد تابع رواد الفضاء مير كورى ، أثناء استعدادهم الطويل للطيران الفضائى ، أربعة برامج رسمية لقوة الطرد المركزى بعمل العجلة الطبى الطيرانى فى مركز التطوير الجوى للأطول بجوهانسفيل بولاية بنسلفانيا . ويتركب جهاز الطرد المركزى من زورق بيضى الشكل مثبت على طرف ذراع ضخم من الصلب

يتصل بمحطة كبيرة للقوى تقع في مركز غرفة متسعة . وركب كل من الرائدین الزورق ، كما ركب غیرهم من الطیارین ، ودار بهم بسرعة لیضغطهما بقسوة فی مضجعهما للشکلین تبعاً لجسمیهما .



(شکل ٢٧)
اختبار الطرد المركزي

وقد هُيئ الزورق بحيث كان يقلد العجلة الحقيقية من حيث تغير قوة الضغط مع الزمن سواء في مسار الإطلاق إلى المدار أو مسار الهبوط من المدار . وكان الرائدان أثناء هذه التجارب يلبسان بدلة الضغط ، كما أن الزورق كان في بعض الوقت يخلخل من الهواء إلى ما يقابل ارتفاعاً قدره ٢٨٠٠٠ قدم لتقليد الضغط داخل سفينة الفضاء ميركوري .

وقد اتضح أنه لا بد لرواد الفضاء ، وهم يتعرضون للعجلة ، أن يتدربوا على وسيلة خاصة من وسائل التنفس بسبب الفترة الزمنية التي تستغرقها عمليتا الصعود والهبوط . حتى يقل احتمال عشى البصر الذي ينشأ عن نقص الأكسجين في الدم . وقد اتضحت في الأسابيع الأولى من هذا التدريب حاجة الرواد إلى

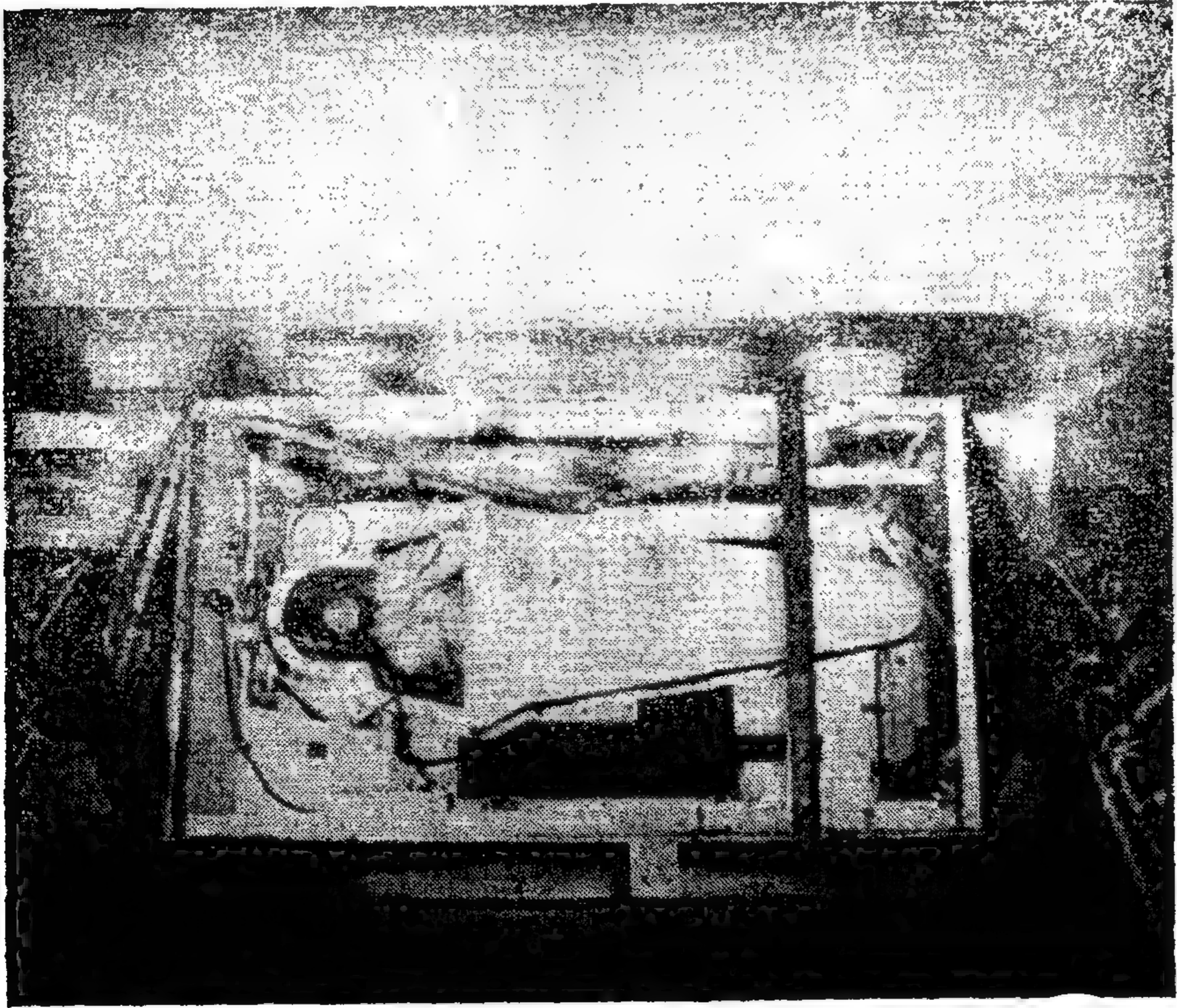
هذه الوسيلة التي استلزمت من كل منهم أدق درجات الاهتمام حتى يستطيع أن يجعل منها فعلاً انعكاسياً ذاتياً ، كما وجد أنها تصرف الرواد عن أداء الأعمال الموكولة إليهم . إلا أن عملية التنفس أصبحت في النهاية ، مع استمرار التدريب والخبرة ، عملية ذاتية دون أن يجدوا أية صعوبة في الإشراف على الآلات وتشغيل أجهزة التحكم . وقد استغرق ذلك من كل رائد للقضاء فترة إجمالية بلغت في متوسطها خمساً وأربعين ساعة من التدريب .

وقد كان على رواد الفضاء أن يتابعوا عمليات تدريبية على جهاز الطرد المركزي تزيد فيها قوة الضغط عما ينتظر وقوعه في عمليات الطيران الحقيقية بسبب احتمال حدوث انفجار في أى وقت أثناء الصعود ، واحتمال الحاجة إلى تشغيل صاروخ الهرب في الكبسولة ، واحتمال زيادة ميل المسار للهبوط عما كان مرسومًا له . وقد أجريت هذه العمليات التدريبية تحت ظروف بلغت فيها قوة الضغط ستة عشر ضعفًا من قوة الجاذبية . وقد أثبتت الحوادث فيما بعد أن هذه القوة تزيد على ضعف قوة الضغط التي يتنقها رواد الفضاء في العمليات الحقيقية

وقد أدى نجاح برنامج ميركوري وبراعة الأداء الجسماني الذي أظهره رواد الفضاء ، إلى الإقلال من ضرورة تحمل قوى الضغط العالية أثناء تدريب الرواد الجدد ، سواء في برنامج جيميني ، أو المول أو أبوللو ، أو البرامج المستقبلية . ومن الطريف أن بعضاً من المتطوعين ، إلى جانب العمليات التدريبية التي يتابعها رواد الفضاء ، ركبوا مختلف أجهزة الضغط المركزي عدة مرات ليتلقوا جزءاً لا يمكن وصفه بأقل من شديداً ، وتحملوا في ذلك ضغوطاً زادت على ٢٠ ج.

كما أن بعض الرجال دخلوا أوعية غريبة محكمة القفل أطلق عليها اسم « المقاضل الحديدية » ، وبدت للعالم أجمع كما لو كانت من آلات التعذيب الشيطانية التي كانت تستعمل في العصور الوسطى ، إذ كان البوعاء الذي صنع على هيئة جسم الإنسان يحوى بداخله رجلاً يحيط به الماء من جميع النواحي .

فلما اقتنع الأطباء بأن غمر الجسم في الماء يزيد من قدرة الإنسان على تحمل قوى الضغط ج ، أعلنوا عن حاجاتهم إلى متطوعين ، واستجاب ، كما يحدث دائماً ، عدد يزيد على العدد الكافي ، مظهرين استعدادهم لمواجهة قوى الضغط والهرس في سبيل علم الطب. وقد أجريت هذه الاختبارات أساساً لجمع أكبر كمية من الحقائق عن مدى تحمل الإنسان للقوى ج بالرغم من أن عمليات التدريب المائية على أجهزة الضغط المركزي أثبتت بما لا يقبل الشك أن في وسع الإنسان أن يتحمل من قوى الضغط ج ما يزيد كثيراً عما يستطيع أن يتحمله دون أن ينغمر جسمه في الماء . على أن هذه العمليات لم تخطط في الأصل لاستخدامها الحقيقي في



(شكل ٢٨)

اختبارات قوى الضغط ج الموجبة القاسية داخل وعاء مملوء بالماء في جهاز الطرد المركزي

الفضاء إذ أن خبرتنا المحدودة في مجال انعدام الوزن قد أوضحت أن ظهور أى
أى ثقب في ذلك الوعاء يؤدي إلى ورطة مريمة داخل الكبسولة . فلا يقد
أحد أن يبقى في كبسولة مليئة بكريات الماء الهائمه فيها ، والتي درجت على
على سد المنخرين ، والتسبب في ظهور محنة ميكانيكية للأجهزة الحساسة .

وقد واجه علم الطب منذ عدة سنوات منضت مشكلتين دقيقتين في
مجالى الطيران الجوى والطيران الفضائى ، كانتا تدوران حول نفس المشكلة -
ألا وهى مشكلة عجلة التباطؤ الساحقة . وهى نوع من العجلة يتعرض لها الطيران
عندما يضطر إلى القفز من طائرة أصابها التلف وهى تطير بسرعات تفوق
سرعة الصوت ، وكأنه انفجر في لقعة ربيع عاصفة مدمرة ، مما يفرض على
جسمه قوة وحشية من قوة ج بسبب عجلة التباطؤ التى يتعرض لها . ثم لا زالت
هناك صدمة أخرى في انتظاره تنتج عند افتتاح المظلة الواقية . فإذا تم هذا
الفتح بسرعة كبيرة ، فقد تبلغ القوة الناتجة ما يكفى لقتل الرجل .

وقد ظهر من الدراسة أن نفس المشكلة فيما عدا التعرض للغة الريح ،
تواجه رجل الفضاء نتيجة لعجلة التباطؤ الفجائية التى تطرأ على كبسولة الفضاء
أثناء الهبوط . فقد ذكر الكولونيل جون ستاب في تقرير له أعده في أوائل
عام ١٩٥٨ : « إنه من الممكن أن يتحمل الإنسان قوة تباطؤية تعمل في اتجاه
مستعرض ، تبلغ قيمتها ٤٠ ج لفترة تقل عن نصف ثانية ، دون أن يصاب
بأذى ، مما يهين هامشاً عريضاً لافتتاح مظلة هبوط الكبسولة المحملة بالإنسان .
فإذا ما دخلت الكبسولة الجو الديناميكي الموائى أصبحت المشكلة هى نفس
المشكلة الخاصة بالقفز من الطائرة .

ولا بد أن الكولونيل ستاب ومعاونيه من الأطباء قد صاغوا قرارهم بناء
على نتائج اختبارات أجريت على حيوانات دُفعت على أجزاء طويلة من
مسارات الاختبار وهى تركب عربات تدفعها الصواريخ . حتى إذا ما توقفت

الصواريخ المسيرة للعربات عند سرعات تقرب من سرعة الصوت ، أو تزيد عليها في بعض الأحيان ، تعرضت العربات وركابها إلى عجة تباضوية بوحدة فرامل مائية أساسها القصور الذاتي . وهي عبارة عن منشلة تقع تحت الفراملة ، وتنفس في حوض مملوء بالماء يقع بين القضيبين ، فتلتقط الماء لتلقى به خلال قوس يحصر زاوية مقدارها ٩٠ درجة .

وقد استخدمت لهذا الغرض حيوانات مخدرة . وذكر الكولونيل ستاب : « عندما كان الحيوان مواجهاً مؤخرة العربة ، وبذا تعمل القوة المستعرضة من الصدر إلى الظهر ، تتجت إصابة شديدة غير قاتلة من التعرض لقوة ضاغطة بلغت ٢٤٢ ج ، بمعدل ١٦٥٠٠ ج في الثانية . وهذا يعني أن الإنسان المقيد تقييداً مناسباً داخل الكبسولة بحيث يواجه المؤخرة في وضع مستعرض شبه استلقائي يستطيع أن يقاوم صدمة ناتجة من سرعة قدرها ٨٠ عقدة (٩٢ ميلاً في الساعة) عند الهبوط على تربة عادية ما لم تخذله الكبسولة ذاتها بتشمها عليه . أما القوى الناتجة في هذه الحالة فتكون حوالى نصف الإصابة التي حدثت في الحيوانات » .

وقد أنهى الكولونيل ستاب تقريره بأن : « هذه النتائج توحي باعتماد الطيران الفضائي للسفن المحملة بالبشر على البحوث الديناميكية الحيوية . فلا يمكن إلغاء قوانين نيوتن الثلاثة للحركة ، أو استبعاد نتائجها المعروفة عن أية مادة تصنع منها كبسولات الفضاء . إلا أن نتائج التجارب قد أوضحت وجود هوامش عريضة لحدود سلامة الإنسان في مجال العوامل الديناميكية الحيوية ، تكفى لحل مشاكل الطيران الفضائي للسفن المحملة بالبشر » .

وقد بدت الحلول قاطعة . إلا أن الكولونيل ستاب لم يصل إلى كثير من قراراته من إطلاقات الدربات الصاروخية المحملة بالحيوانات ، أو حتى من التطاوعين

البشرىن . فنى صباح أحد الأيام الصحوة من ديسمبر عام ١٩٥٤ ، قام ستاب برفع الفكر الدراسى فى هذا الموضوع إلى أعلى مراتب الحقيقة . فقد كان هو شخصياً على وشك القيام بأخطر عملية مروعة من عمليات الركوب قام بها إنسان .

وقد ذكر الكابتن جوزيف كيتنجر الصغير ، طيار الاختبار بالسلاح الجوى ، والذي كان يراقب الاختبارات من طائرة نفائة تطير فوق هذه الاختبارات :

« كان الدافع لإجراء الاختبار هو نفس الدافع الذى كان يدفع الكولونل كل مرة . فقد كان من المقرر أن تكشف تلك العملية الخيالية وما يصحبها من عجلة تباطؤية كان من المفروض أن يتعرض لها عن طريق هذا الاختبار العلمى ، كان من المقرر أن تكشف له وإلخصائى طب الطيران عن أقصى حد ممكن لتحمل جسم الإنسان الذى قد يضطر للقفز عند سرعات تفوق سرعة الصوت . وكان من المقرر أن تمدنا المعلومات التى نحصل عليها بمقياس للبقاء على قيد الحياة . وهذا يعنى تقديم نموذج للناس يستطيعون به إنقاذ حياتهم ، فيعيش الناس الذين قد يموتون ، واعتبر هذا سبباً كافياً لقبول ستاب شخصياً القيام بأية مجازفة ولو كانت على حساب حياته .

« ولذا فقد قام التكنولوجيا والأطباء فى ١٠ ديسمبر عام ١٩٥٤ بربط الكولونل فى مقعد طيار ثبت فى مركبة صغيرة كانت قريبة من أحد طرفى طريق قضيبى . وكانت تنتظر خلف هذه المركبة مركبة أخرى شبيهة بها ، إلا أنها كانت مزودة بتسعة من الصواريخ الضخمة تولد ، إذا أشعلت ، قوة دفعية مقدارها ٤٠٠٠٠ رطل . وكان ستاب ، قبل ذلك بأقل من عام ، قد اندفع فى مركبة من هذا النوع ، تقل طاقتها عن ذلك ، بسرعة كان أقصاها

٤٢١ ميلاً في الساعة . وقد كان يأمل هذه المرة أن تزيد السرعة بمقدار ٢٠٠ ميل في الساعة ليضرب الرقم القياسي في السرعة المدمرة ^(١) .

وقد خلت الصفحات الأولى في الجرائد التي كانت تنشر التقارير عن الرحلات المدارية بتفاصيلها المثيرة ، خلت تماماً من الإشارة إلى الاستعدادات الطويلة ، القاتلة أحياناً ، التي يقوم بها عدد كبير من الرجال في سبيل تحقيق هذه الطيرانات المدارية . ومن المؤكد أن غمرة من الشك قد ساورت الكولونل ستاب في ذلك الصباح الموعود من ديسمبر ، فإن الجزء الذي كان يوشك أن يتلقاه أكبر وأشد من أى جزء وقع أو ينتظر وقوعه في مجال الطيران الفضائي للسفن المحملة بالبشر .. شكوك لم يكن من الممكن تفاديها ، فإن ستاب الذي اشتهر بشجاعته الفائقة كان في نفس الوقت كائناً بشرياً له إحساساته ومخاوفه العادية .

وكان هذا الرجل البارع ، المعتدل الطباع ، قد تلقى في عملية اختبارية سابقة جزءاً عنيفاً استغرق ربما كاملاً من الثانية من قوة تباطؤية مقدارها ٤٦٢ ج فرضت على جسمه وزناً يقرب من أربعة أطنان . وفي تلك اللحظة بلغت كثافة الدم في رأسه ، وفي مخه ، وفي شريانه وأوردته وشعيراته كثافة الحديد للنصر الخامل .

كما اتضح من التاريخ الطبي لهذا العالم - في عمليات تجريبية سابقة من هذا النوع - أنه أصيب بكسر في أحد ضلوعه ، وكسرين منفصلين في معصمه الأيمن ، وعدد من حوادث ارتجاج المخ ، وتزيف قوى في شبكية عينه اليمنى ، وصداع رهيب ظل يسحق رأسه ما يزيد على اثنين وسبعين ساعة متواصلة .

(١) من كتاب ألفه الكابتن جوزيف كيتنجر الصغير بالاشتراك مع مارتن كيدن

بنوان Long Lonely Leap عام ١٩٦١ ، نيويورك .

كما اعتاد أن يرى أكتافه وصدره وقد شوهتها قرح دموية في حجم الدايم^(١)
نتجت عن حبوب الرمال التي كانت تَحترق ملابسه وهو يقسارع في مركبته
الصغيرة فوق القضبان .
وقد عاد الكابتن كيتنجر يقول :

« ووصل العد التنازلى إلى الصفر ، وقام التكنولوجيون في الحصن الصغير
القائم بجوار القضبان بقل المفتاح الكهربائى . وفي لحظة انفجر بركان ، إذ
تصاعدت جبال هائلة من الدخان ، واندلعت في نفس اللحظة أسنة رهيبه من
الذهب الأحمر والبرتقالى ، وتفجرت المركبتان على القضبان بصوت قوى مفرع
يعم الأذان ، وأدى انفجار الذهب المروع إلى دفع المركب الصغير الذى كان
يزن ٢٠٠٠ رطل .

« وفوق ذلك للمنظر هبطت من السماء طائرة نفثة من طراز لوكهيد
ت - ٣٥ ، تحاول أن تلحق بالمركبة لتراقب العملية . وضبط الطيار على
عصا القيادة إلى الأمام حتى نهاية الشوط لتصل سرعة الطائرة إلى مايزيد على
٣٠٠ ميل في الساعة . وقد تمكنت الطائرة من أن تسبق المركبة لمدة ثلاث
ثوان ، ثم التفت قائد الطائرة إلى أسفل ناحية السعير الملهب الذى تقذفه
الصواريخ ليجد أنه من المستحيل عليه أن يصدق أن رجلاً يجلس طواعية
واختياراً في مقدمة ذلك الوحش الكاسر .

« وأعلم ذلك ، فقد كنت أنا بنفسي أقود تلك الطائرة ، ولن أنسى
ما حيت ذلك الرعب الفظيع الذى شعرت به في تلك اللحظة التى اندفع فيها
الكولونل ستاب في سرعة القذيفة بعيداً عن طائرتى المسرعة »^(٢)

(١) الدايم هو قطعة نقدية عبارة عن عشر الدولار .

(٢) نفس المرجع السابق

واصطدم جون بول ستاب وهو في عربته للندفحة بالحاجز المائى بقوة
خيائية . وكانت سرعة المركبة عند الاصطدام بالحاجز ٩٢٧ قدماً في الثانية —
أى تسعة أعشار سرعة الصوت .

وبلغ معدل بداية العجلة التباطؤية للكيلونل ٦٠٠ ج في الثانية ، كما بلغت
في متوسطها ٢٥ ج أو أكثر لمدة زادت على ثانية ، وكانت أقصى قيمة
لها ٣٥ ج و ٤٠ ج .

فكم كانت شدة الصدمة ؟ ولنعتبر أن سرعة الكيلونل ستاب قد بلغت
٦٢١ ميلاً في الساعة . ويعادل ذلك طيراً ناعاً على ارتفاع ٤٠٠٠٠ قدم بسرعة
١٠٠٠ ميل في الساعة .

وبهذه السرعة الهائلة توقف ستاب عن الحركة تماماً في خلال ١٤
من الثواني .

وقام العلماء بحساب هذه العجلة التباطؤية الساحقة للعظام بالألغاز العادية
فذكروا أن ستاب قد تحمل « ما كان يتلقاه سائق السيارة لو أنه اصطدم بحائط
من الطوب الجامد وهو يجرى بسرعة ١٢٠ ميلاً في الساعة »

وأصيب ستاب بما كان متوقفاً له من إصابات مثل رضوض القشاط
والقرح الدموية . كما شعر بالآلام مبرحة في عينيه . وكان بصره عند دخوله في
حوض الماء ، على حد تعبيره ، « مثل سمكة من السلمون ترتعش » شعر بعدها
بإحساس في عينيه أشبه بالملح الخلع الضرس بدون تخدير «

كما ذكر ستاب أنه « لم يكن هناك قطع للبصر أو إحساس بتشنج
الشبكية كما حدث لى في عام ١٩٥١ بعد أن قمت بتجربة أصبت فيها بنزيف
في الشبكية . وبالرغم مما أصابنى من احتقان في القنوات الأنفية ، وانسداد
في الجيوب الأنفية ، وبحة في صوتى ، وكحة متقاطعة بسبب احتقان في الحنجرة ،
وإحساس الحروق العادى بسبب سحبات القشاط ، إلا أنى شعرت بالارتياح

والرضا لإتمام التجربة بعد أن اتضح لى أن البصر لم يصب بأى تلف .
واستعاد ستاب بصره بعد مضي تسع دقائق من نهاية التجربة .
ولم تمض سوى ثلاثين دقيقة بعد ذلك حتى ركب سيارته بنفسه ليصل
إلى مطعم القاعدة لتناول غذائه العادى كما يفعل كل يوم .
وبهذا أدرك عدد كبير من الرجال ، سينطلق بعض منهم فى يوم من الأيام
من هذه الأرض ، أن العجلة التباطؤية لم تعد القاتل الذى كانوا يرهبونه .
« إلهى ، دعنى الآن فى رعايتك . . . »

بينما كان الكولونل ستاب يندفع بصواريخه على القضبان الحديدية
الممتدة عبر الصحراء ليقوم بمجازفته التاريخية فى التوقف الاصطدامى الساحق ،
كانت إحدى الطائرات النفثة تمرق فوقه . وفى خلال ثوان شهد قائدها
اللهب المتأجج فى مؤخرة صواريخ المركبة الصغيرة . كان ذلك الطيار ، كما
نعلم ، هو الكابتن جوزيف كيتنجر الصغير . وقد عين فى عام ١٩٥٤ فى
وظيفة طيار اختبار لعمليات انعدام الجاذبية وغيرها من عمليات الاختبار تابعاً
للسلاح الجوى ، تحت إدارة الكولونل ستاب . ولم يكن أحد يتنبأ فى ذلك
الوقت أن كيتنجر سيضرب سلسلة من الأرقام القياسية فى الطيران كان
لها أكبر الأثر فى صناعة المعدات والوسائل اللازمة للإبقاء على حياة الطيارين
ورواد الفضاء على حد سواء .

على أن الغرابة فى ذلك أن الجهود الضخمة التى ساهم بها كيتنجر لم
تكن فى حدود عمله كطيار للاختبار ، ولكنها جاءت نتيجة لعمله كواحد
من رجال المظلات خطأ أوسع خطوة فى العالم ، بدأت بضرب الرقم القياسى
لارتفاع الطيران حين وصل إلى ارتفاع ١٠٢,٨٠٠ قدم فوق الأرض ، فكان
ذلك بداية لعملية هبوط رائعة نحو سطح الكوكب ، هبوط استمر ٤ دقائق
و ٣٨ ثانية قبل أن تفتح مظلة كيتنجر الواقية .

وقد توصل علم الطب في أواسط وأواخر السنين الخمسينات إلى صناعة وسائل الإبقاء على حياة الإنسان في البيئة القريبة عنه ، التي تمكن على ارتفاع عشرة أميال فأكثر من سطح الأرض ، حيث لا يوجد من الهواء ما يكفي للتنفس ولا يكفي حتى ضغطه لمنع الإصابة التي قد تبلغ حد الموت عن الرجل الذي يغلى جسمه تحت هذا الضغط الضئيل ويتفجر بعنف من داخله إذا فقد في أية لحظة بيئته الواقية . وقد تعاون الأطباء والتكنولوجيا جنباً إلى جنب في إنتاج بدل الضغط لأولئك الرجال الذين حلّقوا عند هذه الارتفاعات ، بدل تحوي بداخلها مدداً من الأكسجين ، وأجهزة للتحكم في درجة الحرارة ، وغير ذلك من الوسائل التي لا تبقى على حياتهم فحسب ، بل تسمح لهم علاوة على ذلك بأداء أعمالهم التي يكلفون بها .

إلا أنه قد يحين الوقت الذي يضطر فيه الإنسان لمغادرة طائرته وهو على ارتفاع شاهق يتراوح بين ٥٠.٠٠٠ و ١٠٠.٠٠٠ قدم من سطح الأرض . فإذا قذف الإنسان نفسه من طائرة أصابها عطب ، وهي على هذا الارتفاع ، فيغلب أن يصاب بفقد الوعي عندما يصل إلى الطبقات الدنيا من الهواء الكثيف . وقد زود التكنولوجيا مظلمته الواقية بحيث تنفتح تلقائياً عندما يهبط إلى ارتفاع يتراوح بين ١٤.٠٠٠ و ٢٠.٠٠٠ قدم فوق سطح الأرض . صنعوا كل هذا . ولكن كل هذا لم يكن كافياً . فقد كان عالم الطيران الجديد الكائن على الأعتاب الدنيا للفضاء ، عالماً خالياً تماماً من محيط الهواء الكثيف الذي طار الإنسان خلاله سنين طويلة . ولم تكن لاختبرة الماضية في هذه المناطق قيمة تذكر ، إذ أن طبيعة هذا الوحش الكاسر كانت تتطلب فلسفة جديدة كاملة للحفاظ على حياة الإنسان إذا رغبتنا في عودته سالماً من حافة الفضاء إلى الأرض .

وقد بدأ سلاح الطيران في القيام بمشروع عرف باسم برنامج إكسبيور

يهدف إلى إيجاد وسيلة لضمان بقاء الإنسان جياً على ارتفاعات عشرين ميلاً فوق سطح الأرض ، وفي أثناء الهبوط الحرفي طريق العودة الطويل إلى الأرض . ولم تكن الحاجة ماسة من أجل سلامة الطيارين الذين يقطعون هذا الفضاء في طائراتهم فحسب ، ولكن من أجل الإبقاء على حياة رواد فضاء المستقبل على السواء .

وها هو برنامج جيميني يقدم لنا مثلاً حياً لاستخدام أجهزة الطائرة الخاصة بهرب الطيار والإبقاء على حياته . وقد سبقت الإشارة على هذه الصفحات إلى أن الفضاء يبدأ من ارتفاع ست بوصات ، ولا يهمننا قيد أنملة سواء كانت هذه الأجهزة من معدات الطائرة أو من معدات سفينة الفضاء . فإن الكارثة إذا حدثت بسبب الخروج من الجو يمكن أن تقع على ارتفاع ستين ألف قدم أو على ارتفاع ستين ميلاً سواء بسواء .

فإذا قذف إنسان نفسه ، سواء كان ذلك من طائرة تعمل على ارتفاعات كبيرة أو من سفينة تسبح في الفضاء ، فإن حياته تتوقف كلية على وثوقية مظلة الواقية . إلا أن مظلة الهبوط لم تكن ، على النحو الذي صنعت به في ذلك الوقت ، تكفي لضمان حياة هؤلاء الرجال .

فقد كان يكمن عند الارتفاعات البعيدة العالية قاتل ، في وسعه أن يحطم نفسه أكثر رجال القفز بالمظلات مهارة بالفرع أولاً ثم بالرعب القاتل الذي يملأ قلوبهم . وفي وسعه ، من الناحية النفسية ، أن يوقع عليه جزاء رهيباً قيد يصل إلى القتل .

وكان القاتل هو نزعة في جسم الإنسان الهابط هبوطاً حراً إلى ألف بسرعة متزايدة أثناء سقوطه من الارتفاع الشاهق . ولم تكن هذه النزعة مجرد دوران للجسم على نحو ما يدركه الإنسان ويستطيع مواجهته

والتغلب عليه بالتفكير ، ولكنها نزعة لآلف سريع جداً قد يصل إلى درجة العنف والقتل .

فإن الرجل الهابط في الهواء المجرد من ارتفاع شاهق يبلغ ٨٣٠٠٠ قدم قد يلف حول محوره الرأسى بمعدل ٤٥٠ لفة في الدقيقة عندما يكون في وضع انبطاحى .

وفي وسع هذا الآلف السريع بهذا العنف أن يحيل باطن رأس الإنسان إلى بطيخة مبتلة ملطخة بالدماء .

وكان لا بد من أن يقوم شخص ما بتعريض نفسه لسلسلة من القفزات الحقيقية من حافة الفضاء ، ليحدد ما إذا كان الإنسان يستطيع بغير المعدات التى كان يحملها على جسمه ، أن يحافظ على توازنه أثناء هذا النوع من الهبوط الطويل . ولم يكن يستطيع فتح مظلته الواقية عند الارتفاعات الكبيرة ، إذ أنها تهيم فى الهواء الرقيق كحزمة لا يرجى منها أى نفع على الإطلاق . فإذا ما دخل الإنسان فى الهواء الكثيف فإن سرعته تكون قد بلغت حداً من الكبر تنفتح عنده المظلة بصدمة تبلغ من القوة ما يكفى لتمزيق للمظلة إرباً وقتل الرجل فوراً .

كان لا بد من أن يهبط شخص ما — وكان هذا هو اللغز .

كان لا بد لشخص ما أن يصعد إلى هناك يحمل معه مظلة واقية جديدة صغيرة ثورية تعمل على حفظ توازن الشخص — ولم يكن الهدف منها سوى حفظ التوازن لتعاشى عملية الآلف القاتل إلى أن يصل هذا الشخص إلى الهواء القريب ، حيث تنفتح مظلته الواقية الرئيسية بأمان تام . وكان على شخص ما أن يذهب إلى حافة الفضاء بهذه المظلة الصغيرة .

كان عليه بعد ذلك أن يقفز . وهذا ما فعله كيتينجر ثلاث مرات .

صعد فى زورق معلق تحت منطاد وصل لأول مرة إلى ارتفاع قدره ٧٦٤٠٠

قدم. إلا أن شيئاً ما أخفق في معداته ، طراً خلل فيها، ومرّ «جوكيتنجر» بأقصى تجربة وهو يراقب مظلمته تهيم كالشعبان المجنون حول جسمه ، ثم أخذت الجبال المجدولة تزحف حول ساقيه وذراعيه ، وما لبثت أن التفت حول عنقه . فلما وصل إلى طبقات الهواء الكثيف أطبقت عليه الجبال بخية قاتلة . وقد كافح كيتنجر بشجاعة لفتح مظلة الطواريء الصغيرة المربوطة إلى صدره . إلا أن الفرصة لم تهبأ له إطلاقاً .

وسمع وطء أقدام القاتل اللينة وهي تندفع نحوه . بدأت بترديد العبارة سويش ! سويش ! سويش ! مرت ثوان كثيرة قبل أن يدرك علاماته ، فقد أيقن أنه وقع في شرك اللف القاتل . وارتفعت الأصوات سويش ! بالتدريج . كان الصوت صوت الهواء الذي يندفع حول رأسه وهو يلف لفاً عنيفاً .

وأدرك كيتنجر أنه خاسر معركة لإتقاذ حياته عندما بدأت العتمة تزحف لي بصره الذي أخذ يضعف عندما بدأت القوى المخيفة تؤثر على عينيه . وهو يذكر ما أصاب بصره من الاحمرار ثم من الاسوداد ، وأدرك أنه ذاهب إلى الموت لا محالة :

فلما هبط إلى طبقات أوطأ فقد وعيه . وأخذ جسمه يرتج بعنف . ثم قام الجهاز التلقائي بفتح مظلة الطواريء الصغيرة . وكان للفروض ألا تكون لها فائدة في هذا الموقف . إلا أن واحداً من التكنولوجيين كان قد أجرى تعديلاً في المظلة فافتحت محدثة صوتاً سمع على مدى أميال على الأرض . وكان جسم كيتنجر يلف بعنف بينما كانت الجبال للمجدولة تنفرد ، فعاد إلى رشده ليرى مظلة الطواريء تطفو فوقه ، فكان ذلك سبباً في فرحة لم يكن من السهل التعبير عنها . وبعد دقائق وصل سالماً إلى الأرض بالرغم من أن المظلة الرئيسية ما زالت مطوية حول رقبته .

وعاد للمرة الثالثة . وفي طريقه إلى مكان القفز طراً خلل عنى قفاز الضغط

الأيمن . وقد تحول الألم الذي أصاب يده في الهواء المجرد والبرد الرهيب — إذ تبلغ البرودة ١١٠ درجات فهرنهايتية تحت الصفر — إلى رعب هائل . وكان ذلك في يده اليمنى بالذات التي كان المقروض أن يشغل بوساطتها مظلة الطواريء فيما لو طرأ خلل في شيء آخر . ولم يذكر كيتنجر شيئاً مما حدث إلى المراقبين الأرضيين الذين كانوا يشرفون على عملية صعوده . فلم يكن هو من هذا النوع من الناس .

ووقف بها في نهاية المطاف في زورق مفتوح تحت سحابة من البلاستيك ترتج من كل جانب . كان قد صعد إلى ١٠٢,٨٠٠ قدم فوق سطح الأرض ، حيث كان ٩٩٧ في المائة من جو الكوكب يقع تحت قدميه . نظر حواله إلى عالم لم يكن مألوفاً له ، نظر إلى كوكب يحده حرف منحني وتحيط به هوة سحيقة من الظلام ، فبداله أن ستار ظلمة الفضاء قد اقتربت منه بما يكفي للسها .

وهناك في الأعلى ، كان كيتنجر « وحيداً مع الله » على حد قوله لى ، ثم صلى في صمت وبمحاسن قائلاً :

« إلهى ، دعنى الآن فى رعايتك . . . » .

ثم قفز .

فلما هبط مسافة ميلين نحو الأرض ، كان جسمه يسقط بسرعة ٧٠٢ ميل فى الساعة ، أى أنه كان يسقط فى هذا الهواء الرقيق بسرعة تزيد على سرعة الصوت .

وانفتحت مظلة التوازن الصغيرة . إلا أنها لم تكد تؤثر على سرعة سقوطه المائلة ، ولكنها حفظت له توازن جسمه . . . حفظت توازنه حفظاً

تماماً لدرجة أن كيتنجر استطاع أن يمد أحد فراعيه وأحد ساقيه ثم يدور
لمهبط واقفاً على دأيم^(١) .

وقد كان مشروع إكسلسيور بالطبع حدثاً لأشياء كثيرة - حدثاً في الشجاعة والمهارة
والتكريس ، حدثاً لهدف ، حدثاً في تاريخ الرجال الذين كان كيتنجر يعمل
معهم ، والذين بذلوا كل ما في وسعهم ليضمنوا له عوداً سليماً معافى .
كانوا رجالاً أفاضل ، أفاضل إلى آخر حدود الفضل . فقد عاد جو وعلى
وجهه المنمش دلائل الفرح والبهجة .

فلما أتم برنامج إكسلسيور مهمته بنجاح ، نقش رمز جديد للإبقاء على
الحياة في مجال الطيران العالي والخارجي . فقد كان للعمل الرائد الذي أداه
الكابتن كيتنجر بمنتهى الروعة تطبيقاته في مجال الملاحة الفلكية ، كما يرجي
له أن يؤدي إلى إنتاج جهاز للهرب والإبقاء على الحياة لسفن الفضاء التي تعمل
في أقاصى الارتفاعات الجوية .

ولما كانت سفن الفضاء جيميني تستخدم مقاعد للفظ من الطراز الذي
تستخدمه الطائرات المقاتلة ، وكانت طريقة الهرب مصممة على أساس الهبوط
الحر طويل المدى لرواد الفضاء ، فقد زود الملاحون في الوقت الحاضر بمظلة
واقية لحفظ التوازن من طراز جديد . هي صيحة بعيدة عن المظلات الواقية
المألوفة ، وتهدف ، على غرار مظلة التوازن التي استخدمها كيتنجر ، إلى منع
جسم الرجل المهابط هبوطاً حراً طويل المدى من شر اللف القاتل . وقد أطلق
عليها اسم « البالون الواقى (الباليوت)^(٢) » ، وهي عبارة عن بالون يشبه في شكله
النحلة اللقافة التي يلهبها الأطفال ، إذا انتفخت وانتشرت فوق ربطة مظلة

(١) يقصد مساحة صغيرة

(٢) الباليوت كلمة ناعمة من إدماج كلمة Balloon بمعنى بالون مع كلمة Parachute
بمعنى المظلة الواقية لتصبح Ballute .

رائد الفضاء الواقية كان اتساع قطرها ثمانى عشرة بوصة وطولها قدمين .
وتختلف الباليوت عن المظلة التقليدية المصنوعة من نسيج النايلون فى أنها
تتكون من نسيج مخلوط بالمطاط قابل للانتفاخ .

وتحفظ الباليوت من غير انتفاخ أثناء القفز ، وتخزن داخل مقعد اللفظ .
فإذا ما انفجر المقعد وابتعد عن طريق جيبينى وصاروخها الدافع انفصل رائد
الفضاء من المقعد . فيعمل الانفصال من تلقاء نفسه على نفخ الباليوت وتبع فى
هبوطها مسار رائد الفضاء من تحتها لئلا يمدد بهجلة تباطؤية رقيقة وهى تحفظ
توازنه خلال هبوطه الحر طويل المدى .

فإذا ما وصل رائد الفضاء إلى ارتفاع محدد (من ١٤٠٠٠ قدم إلى
٢٠٠٠ قدم) قام جهاز خاص بفعل ضغط الهواء بتفجير شحنة من المتفجرات ،
فتنطلق رصاصة من الربطة المثبتة على ظهر رائد الفضاء تعرض المظلة الواقية
لتيار الهواء ، وتستمر المظلة الواقية بالطريقة التقليدية فى التفتح إلى أن تنتشر
بثبات تهيئه لهبوط عادى بالمظلة الواقية .

وبهذا نكون قد اكملنا الصورة . فقد كان الطيارون الأوائل الذين
هبطوا من السماء تحت مظلاتهم الواقية ، كانوا من قائدى البالونات الذين
أدوا أعمالهم الفذة بالقفز فى الهواء قبل عام ١٨٠٠ . ثم عاد العلم والتكنولوجيا
الحديثان ، بعد مضى حوالى ٢٧٠ عاماً فى مجال الطيران — عصر الدفع إلى
الفضاء — عاد من جديد لهذه الوسيلة القديمة لينقذ بها حياة رواد الفضاء .

الفصل التاسع

الرؤية طريق الإيمان

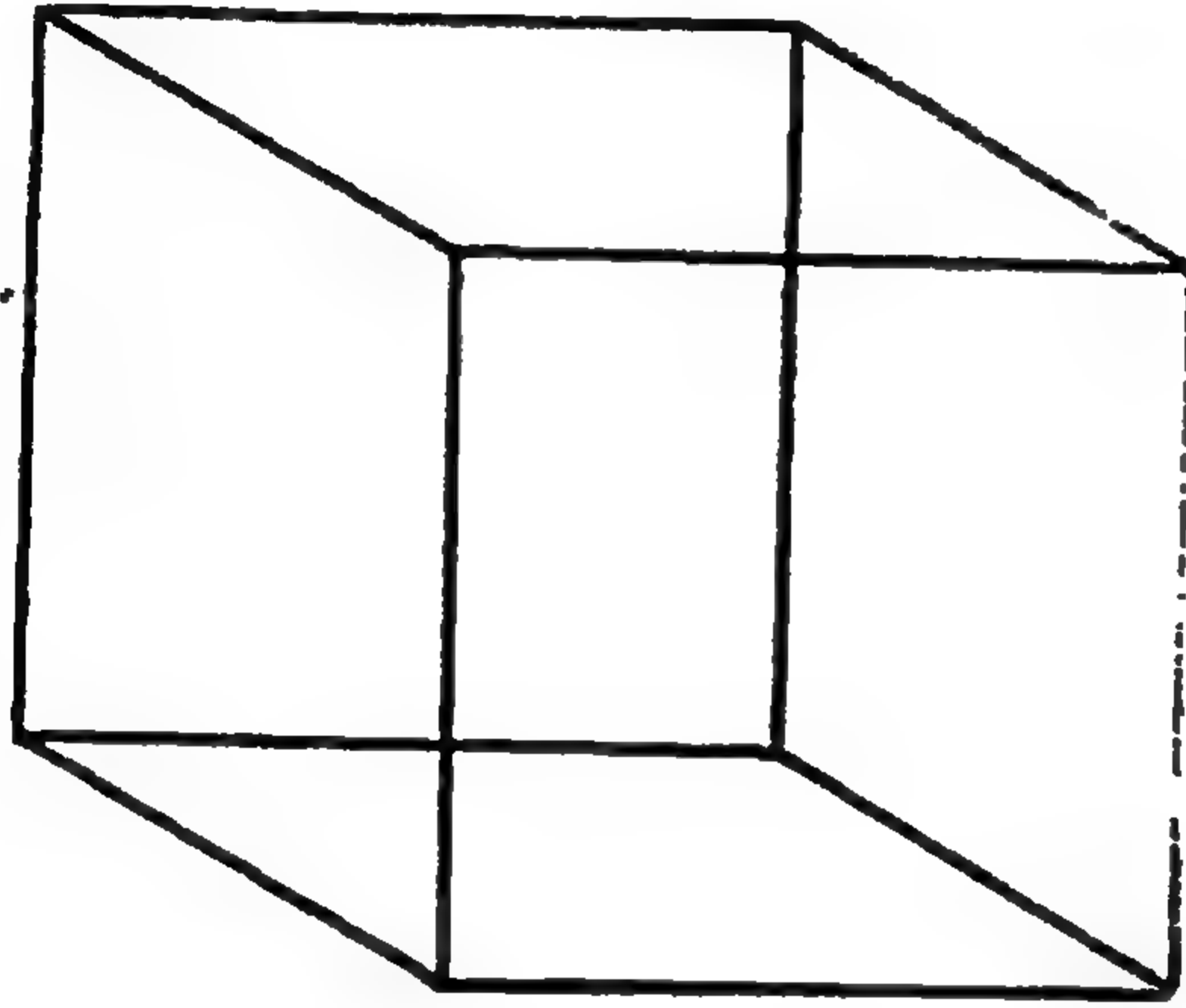
لا مكان في الفضاء للثل القديم القائل بأنك لا تستطيع أن تصدق إلا ما تراه بعينيك ، فإنه من السهل أن تحكم على الأشياء وأنت على سطح الأرض ، وأنت تدرك كل شيء سواء كان قريباً منك أو بعيداً عنك . وتحت هذه الظروف تقع الدقة في تقدير أبعاد الأشياء وأحجامها داخل حدود إمكانيات الراصد المدرب .

أما ظروف انعدام الجاذبية في الفضاء ، وخاصة عندما يهجر رائد الفضاء سفينته ليسبح في شيء من التحول خلال الفراغ تحتضنه بدلة الضغط ، فإنه من الممكن أن تكون الرؤية صحيحة بعيدة عن الإيمان . فقد أوضحت سلسلة من الاختبارات الواسعة التي قامت بها مجموعات منفصلة مستقلة كل منها عن الأخرى ، أوضحت أن خداع النظر سيكون إحدى المشاكل التي تقلق رواد الفضاء . ولهذا أهميته الكبرى من الناحية العلمية والطبية . فعليه يتوقف نجاح الرحلات الفضائية عندما يقوم الرجال بعمليات البناء ، وعندما يتحتم عليهم أن يتمكنوا من الإدراك الدقيق العمق .

ومن السهل خلق مشاكل الإدراك الحسى بقيام الفرد بدراسة مكعب نيكر . إنه من البساطة بمكان . . شكل مهيكل في بعدين ، يسبب كدراً للناظر إليه بما يبدو عليه من عدم البقاء ساكناً أو التعرف عليه بوضوح . وستشعر وأنت تفحصه أنه يتحدك في التعرف عليه بأن يعكس نفسه فجأة من حيث العمق .

يبدو هذا مستحيلاً لأن المكعب لا يملك أى عمق . وفوق ذلك فهو

مجموعة من الخطوط مرسومة على فرخ من الورق . فهو مسطح بالطبع ، وليس في وسع الشيء المسطح أن يضيف البعد الثالث — العمق . فمهما نظرت إلى مكعب نيكرو ، فإنه ينتهي بجانب قريب وجانب بعيد . الأمر الذي يعنى أبعاداً ثلاثة . إلا أنك كلما طالت دراستك لهذا المكعب زاد ارتباطك ، لأن لدى المكعب حياة الخداع التافهة ، حيلة إدارة نفسه ظهراً لوجه ، ثم وجهاً لظهر ، وهكذا دواليك . وعلى ذلك يصبح من المستحيل فرضاً ، إن



(شكل ٢٩)
مكعب نيكرو

لم يكن حقيقة ، أن يتصور الفرد بصره العادى أن يرى مكعب نيكرو في وضع مستقر وهو يقوم بدراسة هذه الخطوط المستقيمة البسيطة .

ولقد سخر كثير من الأطباء من هذه الآثار متمكّنين بأن الأمر كله مجرد خداع للنظر . نعم هو خداع للنظر بطبيعة الحال . ذلك هو بيت القصيد في هذا كله . ونحن نخاف من نفس هذا الخداع البصرى عندما يصبح رجل في العشاء ، تحت ظروف انعدام الوزن ، دون أن يكون في وسعه أن يفرق بين فوق أو تحت ، أو الجانب أو القاع ، أو القمة أو أى شيء ، دون أية أمامية ومع الانتهاء بمثابة الخلفية الوحيدة .

والذبابة في مرهم القضاء ظاهرة سيكولوجية ، تعرف باسم «ثبات الحجم» ، وهي ظاهرة تبدو فيها الأشكال في حجم منظور ثابت مهما كان بعدها من الناظر . فإذا لم تصدق فما عليك إلا أن تمد إحدى يديك بعيداً عن جسمك ، ثم تمد يدك الأخرى على ضعف المسافة الأولى . فهل ترى اختلافاً في الحجم ؟ كلا . . .

ثم ها هو مكعب نيكير التعمب . أمسك بهذه الصفحة على بعد ذراع منك ، ثم انظر إلى المكعب فقط . ستلاحظ عندئذ أنه يقلب نفسه ظهراً لوجه ، أو أنه يبدو كذلك على الأقل .

وها نحن نضع الخطط في الوقت الحاضر لبناء محطات فضائية كبيرة تدور حول الأرض ويقيم فيها بشر . هل أن لدينا الآن عدداً كبيراً محيراً من الاقتراحات لهذا البناء المستقبلي ، مسكناً فوق مسكن ، للعلماء والمهندسين والتكنولوجيين والأطباء وغيرهم ممن سيرحلون إلى هذا العمل الفريد فوق السماء . وقد تبنى المحطة على شكل عجلة كبيرة تشبه إطاراً داخلياً ضخماً . وقد يكون الإطار منتفخاً كالسجق أو رقيقاً كالإطار الدراجة . وقد تتركب منه تجمعات من وحدات يربطها مآ هيكل مشبك . وستكون من مكوناتها أنابيب وأسطوانات من مختلف الأشكال .

وإذا كنا قد تعلمنا من مكعب نيكير شيئاً ما . وبقينا على علم بظاهرة ثبات الحجم ، ثم أخذنا في الاعتبار كل عوامل الرؤية الصعبة التي يسببها انعدام الوزن ، والافتقار القريب من الكمال لأجسام المقارنة لإدراك العمق ، فإننا ننتظر أن تكون الرؤية بعيدة عن الإتيان . أضف إلى ذلك عاملاً آخر من عوامل الارتباك . . . فها نحن نضع الخطط لإدارة هذه المحطات بسبب المتاعب التي واجهناها فعلاً في اختلال جهاز الدورة الدموية وغير ذلك من المشاكل . على أن تولد هذه الحركة الدورانية بالرغم من بطئها قوة طاردة (م ١٤ -- تحدى القضاء)

مركزية تشعر الرجال التقيمين داخل المحطة الفضائية بمجاذبية جزئية .
إلا أن الحاجة لإدارة الأشياء ستكون في نفاذ الرجل الذي يقترب من
تلك المحطة مربكة إلى حد الجنون . فالمحطة تدور ، والرجل يقترب من المحطة
باستمرار . وسيكون من مركبات المحطة مجموعة من الوصلات السجقية تنكش
وتتمدد ، ويؤدي دوران المحطة إلى دوران أركانها . وتأخذ الأشياء في الحركة إلى
الخارج لحظة ، ثم تبدو وكأنها تقصر في اللحظة التالية . فإذا لم يتمكن الرجل
من إدراك العمق الحقيقي ، عن طريق المقارنة ، فكيف يستطيع أن يحدد بعد
المحطة عن موضعه في أية لحظة من اللحظات ؟

لا تدري عن هذا الأمر شيئاً في الوقت الحاضر بالذات . وقد أصيب
إخصائيو البصر وعلماء النفس بصداق كلما حاولوا إيجاد حل لهذه المأساة بحيث
يبقى ماهناك كما هو في نظر رواد الفضاء بدلاً من أن يظهر لعيونهم كالمنفاخ
البلاستيكي ينتفخ وينكش .

وقد أوضح المهندس «فريد بدوود» ذلك بقوله : «إنه ليس من الضروري
أن تكون المحطة مكعباً مهماً كلاً لتقوم بتلك الحركات المضللة . فإن أي إطار
مضيء ، على أية صورة ، إذا وضع في ظلمة الفضاء ، سيخضع لنفس هذه
الخصائص المزعجة . علاوة على ذلك فإنه ليس من الممكن التخلص من الخدع
البصرية باستخدام أشكال لا تبدو في شكل الشبك . ولنضرب لذلك مثلاً
بمحطة في شكل الحامل الزهري الذي كثيراً ما يقترح — محطة بهذا الشكل تبدو
في عدة مناظر مختلفة تتغير مع تغير زاوية الإضاءة . فقد تبدو في بعض
الأوقات بيضياً ، بينما تبدو في البعض الآخر على صورة شرائح أو قطع منفصلة
وقد صنع علماء شركة لينج تيمكوفوت ، بدالاس في ولاية تكساس ،
بعض إمكانيات الاختبار المعقدة التي تساعد على التعمق في دراسة الرؤية
المشوهة المتوقعة في الفضاء . وقد قرر هؤلاء العلماء «أن رواد الفضاء الذين

يعملون خارج كبسولاتهم سيجدون صعوبة كبرى في تقدير بعد الأجسام الأخرى عنهم ولو كانوا على علم بأحجامها^(١) .

وقد أجرى هؤلاء العلماء تجاربهم في غرفة مظلمة جهزت برصيف خال من الاحتكاك . وقد كان أمام أشخاص الاختبار الذين جلسوا على ذلك الرصيف حيز مظلم يزيد طوله على ثمانمائة قدم ، ينظرون خلالها إلى للمروضات التي كانت تسبح أمامهم في الظلام ، ينظرون إليها بعينهم أو بعين واحدة أو بالرمش أو بالشزر . إلا أن أشخاص الاختبار ، بمن فيهم من طيارين مهرة ، « لم يتمكنوا من تحديد بعد هذه للمروضات عندما كان حجم الصورة الشبكية هي المحك الوحيد المتاح لهم . وقد بلغت النسبة المثوية للخطأ في تحديد بعد شبح في صورة رجل ما بين ٢٤٧,٣ في المائة » .

وقد أدت التجارب البصرية إلى القرار الحير بأنه لا يمكن الوصول إلى نتيجة محددة . فبعض الأشخاص قدروا المسافات بما يقل كثيراً عن قيمتها الحقيقية، بينما البعض الآخر قدروها بما يزيد كثيراً عن قيمتها الحقيقية . وأغرب من كل هذا أن معرفة حجم الأشياء لم يساعد على الدقة في تقدير المسافات ، إذ لم يستطع أفراد الاختبار تقدير بعد رجل (حجم معروف) بدقة تزيد على دقة تقديرهم لبعد شيء آخر لم يكن من اليسور معرفة حجمه ، مثل كرة مضيفة . وقد صمم تمثال صغير لرجل يبلغ طوله ثلاث بوصات ، تقليداً لرجل طوله ستة أقدام ، ووضع على مسافة ٦٠٠ قدم . وأضئ أثناء الاختبار بالضوء فوق البنفسجي وحده . فكان من الصعب على رواد الفضاء أن يحددوا ما إذا كانوا في سبيلهم إلى التصادم أو الاتصال مع رجل الفضاء وهو يتحرك في الغرفة المظلمة ، حتى أنهم في بعض الحالات فقدوا القدرة على التوجيه وأصابهم الغثيان أثناء الاختبار .

(١) من مجلهم Image بدلاس ، ولاية تكساس .

ويرى مهندسو الفضاء مشاكلهم الخاصة التي نشأت عن التعقيدات البصرية تحت ظروف مقلدة للرؤية الفضائية . ويعتقدون أن عملية التلاقى لن تتطلب من رواد الفضاء أقل من المهارة الدقيقة والتقدير السليم بحيث يكون إدراك العمق من متطلباتها الضرورية . على أن رواد الفضاء سيدركون ضرورة تقدير المعدلات الكبيرة للاقتزاب ، وسيجدون في بعض المراجع للنظورة ، مثل الأرض والشمس والقمر وبعض النجوم المعروفة ، عوناً قيماً في تقديراتهم البصرية .

وسوف يتلقى رواد الفضاء بالطبع معونة لا يمكن تقييمها من الاتصال بين الإنسان والآلة . فها هي أجهزة الرادار التي زودت بها سفن الفضاء تقدم لهم ، علاوة على القرارات الدائمة لبعداى جسم منها ، المعلومات المفصلة والمباشرة عن المسافات ومعدل الاقتراب وزاوية الجسم والتغير في المسافات والزوايا وتتعمد الأمور إلى درجة كبيرة ، ويبدو ألا غنى عن كل المساعدات الممكنة من الرادار ومن الأضواء اللومضة والملونة وغير ذلك من المساعدات البصرية ، في عمليات الطيران خلال الفراغ ، التي تتضمن عمليات الاقتراب من الرجال الآخرين ، أو المعدات الأخرى . وقد جاء في تقرير وضعه فريق العلماء في شركة لينج تيمكوفوت « أن دقة الرصد البصرى ستؤثر في تعقيد أجهزة القيادة واحتياجات الدفع الكلى اللازمة لمناورات الاقتراب . ومن أجل هذا كان من الضروري أن يحدد الأداء البصرى نفس الدقة التي تتميز بها بيانات التصميمات الأخرى حتى تسكال الرحلات الفضائية بالنجاح المنشود »

إلا أنه لازالت هناك مشكلة أخرى . فإننا نحكم على قدرات الرجال المعنيين على أساس تيقظهم التام وعدم تعرضهم لمشاكل أخرى ، مثل حالة معتدلة من الأكسجين . فالرجال الذين يسبحون في الفضاء ، أو الموجودون

داخل كبسولاتهم ، قد يتعرضون دون علم منهم إلى نقص في ضغط الأكسجين .
فقد يحدث أن يصيب العمامات انحراف أو اعوجاج ، وقد يحدث أن تلتصق .
ومن الممكن أن تحدث مائة من الأشياء ، دون علم من رائد الفضاء ، تؤدي
إلى نقص في إمداد الأكسجين والضغط اللازمين للإنسان ، وخاصة إذا كان
منهمكاً في عمل من الصعوبة بمكان بينما كل شيء يسير على أحسن ما يرام .
ويرتعد أطباء الطيران عندما يفكرون في احتمال من هذا القبيل ،
ويستجمعون بأسرع ما يمكن حادثاً من أشهر الحوادث وقع أثناء الحرب
العالمية الثانية ، وكان السبب فيه نقص ضغط الأكسجين . والحادث حقيقي .
فقد كان قائد إحدى الطائرات لو كهيديف — الاستكشافية من طراز
ليتنج في مهمة طيران على ارتفاع كبير لتصوير قاعدة يابانية أمامية .

فلما عاد إلى قاعدته ، كان يحمل معه قصة مليئة بتفاصيل مروعة عن
هجوم قام به سرب من مقاتلات العدو . وقد روى بطلنا ، دون خجل ،
تفاصيل كفاحه في سبيل الحرب من العدو ، موضعاً كيف كان يلف ويفوص
ويقوم بمناورات الوحشية بأقصى سرعة في سبيل تضليل مهاجميه . إلا أنه ذكر
لضباط الخبرات أنه بالرغم من هذه المتاعب فقد تمكن من إنجاز مهمته
وحصل على الصور الفوتوغرافية المطلوبة .

وبعد مضي عدة دقائق دعا رجال الخبرات الطيار ليشارك معهم في فحص
آلات التصوير . فلم تكن هناك صورة واحدة ، ولم تشغل أية آلة من
آلات التصوير .

ولكن الطيار لم يكذب . فقد كشفت الدراسات الدقيقة ، أن جهاز
الأكسجين الذي كان يحمله الطيار قد أصيب في الطبقات العليا بثقب كبير ،
مما أدى إلى حرمان نجه من الأكسجين في الوقت الذي احتاج فيه إلى الغاز
الذي يمنح الحياة . إلا أن الطيار لم يكن يعرف ذلك ، إذ أنه لم يدرك علامات

نقص الأ كسجين ، فلم يكن يعرف أنه كان مشقت الفكر ، لا يشعر بالمسئولية ، وأنه على حافة فقدان الوعي .

لم يكن يعرف أن المقاتلات اليابانية لم تظهر له إلا في مخيلته ، ولم يكن يعرف أنه غاص بطائرته غوصة طويلة ثابتة ، وأنه تبول على معدات التحكم في آلات التصوير ! .

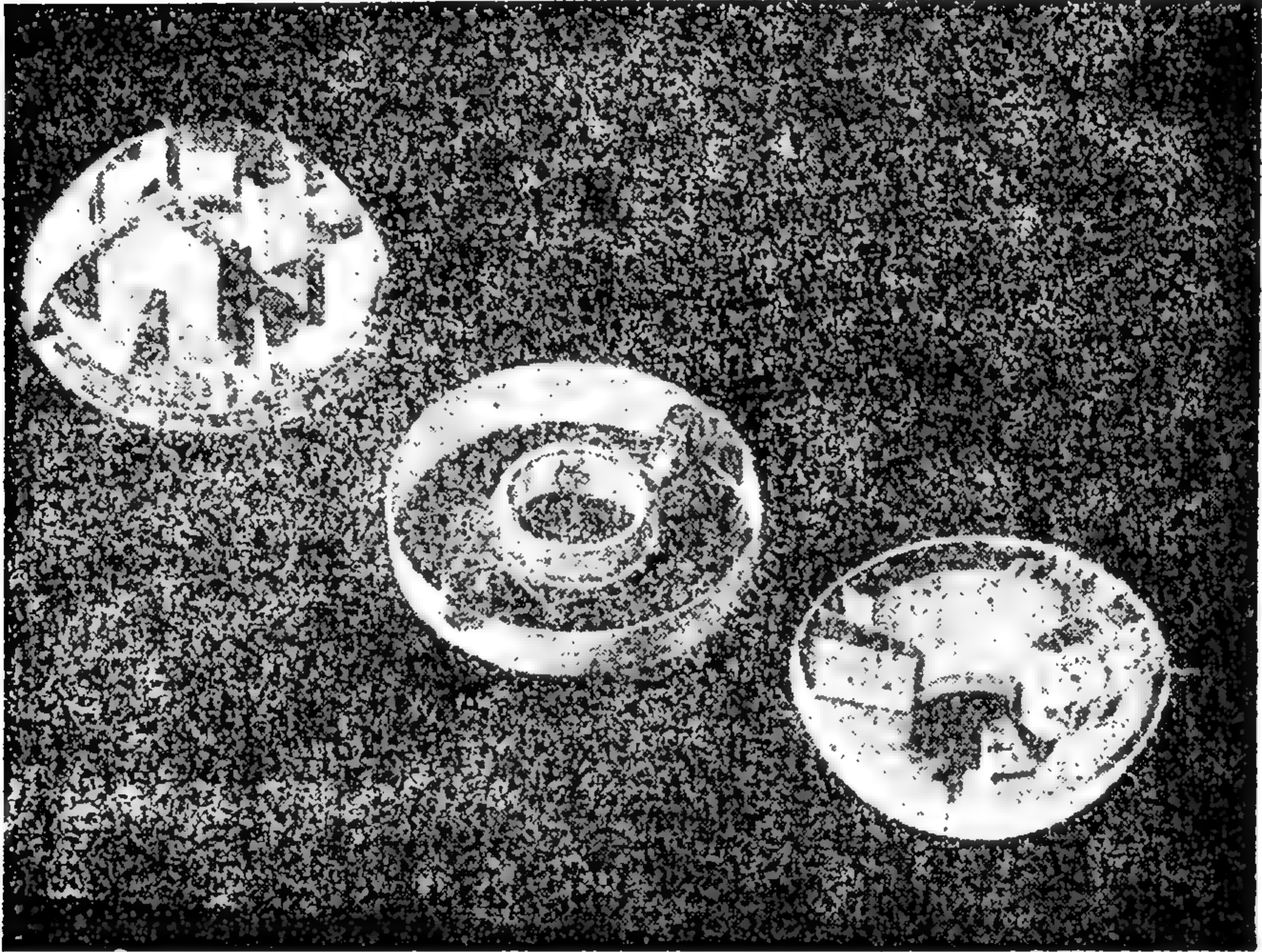
نيه ! :

وربما تصبح دوارات الفضاء مقراً للملاحين في محطات الفضاء التي نصمم في الوقت الحاضر على شكل المجلة لإرسالها إلى المدار في خلال العقد التالي . وقد وضع من دراساتنا على انعدام الوزن طويل المدى أن المشاكل الطبية العديدة التي نشأت من التعرض طويل المدى لانعدام الجاذبية تتطلب من الوسائل ما يمنع هذه الآثار الضارة . ويبدو أن قوة الطرد المركزية التي تتولد من الحركة الدورانية لمحطة فضاء في شكل المجلة هي أنسب وأسرع حل لتوليد بديل جزئي للجاذبية .

وسيبقى الجزء الأوسط من هذه المحطة ساكناً ليهيمىء لزوارق النقل القادمة من الأرض أن ترسو على المحطة ، دون أن يضطر قائدها — رائد الفضاء — في كل رحلة ، إلى إجراء مناورات شاقة من مناورات المطاردة تمكنه من الانزلاق إلى فتحة دائرة لسفينته الفضائية . فقد تسبب حواجز الاصطدام الناتجة في المدار أنواعاً كثيرة من المشاكل لم تخطر على بال سائقي السيارات .

وسيكون أعلى معدل للدوران عند الحافة الخارجية لمجرة محطتنا الكبرى ، وعندها تبلغ القوة الطاردة المركزية ، أو الجاذبية الاصطناعية ، أقصى قيمة لها . وسيكون هذا الحرف الذي يتخذ شكل الإطار الداخلي للمجرة هو مقر وسائل العيش والعمل والإمكانيات العلمية والتكنولوجية وغير ذلك . أما إذا اضطر العلماء إلى تنفيذ أنشطة عمالية تتطلب ظروف انعدام الجاذبية ورصيفاً مستقراً

سأكنّا (المجموعة كلها تدور بطبيعة الحال حول الأرض بسرعة ١٦٠٠٠ ميل في الساعة أو نحو ذلك ، ومع ذلك فإن الرجال لا يحسون بهذه الحركة ، وهذا ما يدعونا إلى أن نشير إلى المركبة المستقرة عديمة الوزن على أنها ساكنة) ، فإن عليهم أن يتركوا سفينة الفضاء ويضفوا برفق ليفصلوا المحطات المدارية الخاصة بأعمال البحث بالذات .



(شكل ٣٠)

معمل البحوث المداري المحمل بالبشر ، من تصميم مهندسي شركة دو جلاس للطيران ، وتشغل المحطة أسطوانة قطرها ٣٦٠ بوصة . أما مقر العمل ففي الصورة اليسرى العليا ، وجهاز الطرد المركزي في الوسط ، ومنطقة العمل إلى اليمين .

وسيكون الاتجاه العلوي (فوق) داخل الإطار الخارجي للعجلة الفضائية نحو محور المحطة ، أي أن الرجل سيمشي بقدميه على الحافة الخارجية للمحطة

ورأسه متجه إلى « أعلى » ، إذ أن خط القوة ينتج من محور المحطة إلى الخارج ليمر في جسم الرجل من رأسه إلى قدميه .

تماماً ، كما لو أن لدينا دلواً ضخماً في الفضاء ، يقف في وسطه رجل . فلو أننا طوحن الدلو في دائرة ما لتولدت عليه قوة طاردة مركزية تدفع الرجل بحيث تضغط قدماه بقوة على قاع الدلو .

هذه هي الفكرة بالضبط . فليس هناك أية مشاكل ميكانيكية أو تكنولوجية تمنع من إقامة الحركة الدورانية وما يقبعا من « الجاذبية الجزئية » للمحطة نتيجة لقوة طاردة مركزية . على أن الفكرة تبدو على الورق ابتكاراً عظيماً يتطلب من المهندسين الذين يتهافون على تنفيذه أن يفركوا أيديهم برفق .

إلا أن هناك فجوة خطيرة في هذه الخطة العظيمة . على أنه من الغرابة بمكان أن تكون المشكلة — وهي نفس سبب كل هذا الاضطراب — هي الرجل ذاته .

فما لا شك فيه أن الرجل سوف يتلقى ، وهو في محطة الفضاء السابحة في مدارها ، شعوراً صادقاً بالجاذبية الجزئية التي تتولد من القوة الطاردة المركزية . إلا أن هناك شكاً خطيراً في إمكان تحمل الرجل لهذه القوة .

فالمشكلة أقرب إلى أن تكون مشكلة دخيلة . فليست القوة الطاردة المركزية من الكبر بحيث تضايق الرجل ، فهي في الواقع أقل من قوة الجاذبية العادية عند سطح الأرض . إلا أن قوة الجذب على سطح كوكبنا الصخري مسألة جاذبية حقيقية ، ولم تنتج من الدوران في دلو باهظ التكاليف ومكيف الضغط في صورة عجلة فضائية، حيث يبدو مجرد أثر الدوران في صورة الجاذبية .. إنها جاذبية مصطنعة .

وحتى نلك لا بد من أن نعطيها حقها . فالجاذبية الظاهرية أو المصطنعة ، في حد ذاتها ، لا يمكن أن تضايق الرجل . فمن الجائز ألا تبدو هناك مشكلة بالمرّة

لو أن أثر هذه القوة جاء تعبيراً عن قوة في خط مستقيم — عجلة منتظمة .
إلا أن الجاذبية المصطنعة في دوارتنا القضاية الكبيرة نتيجة لحركة
دورانية . فلو أن الرجل المقيم في المحطة بقي ساكناً ومستقراً تماماً — بحيث
يكون الخط الممتد من قدمه إلى أعلى خلال جسمه إلى محور المحطة مستقيماً تماماً —
لتمكن من تماشى الآثار المضنية التي تنتج من الحركة الدورانية .

إلا أن رواد الفضاء لسؤال الحظ لا يتصرفون كما تتصرف التماثيل . فهم يتنقلون ،
ويعملون ، ويصلحون ، ويضعفون ، ويفلسون ، ويمررون الخطابات ، ويشغلون
المعدات ، ويؤدون كل أنواع الأعمال العادية . وفي تأدية هذه الأعمال يقومون
بمختلف الحركات والدورانات البدنية .

وقد يؤدي مجرد إدارة رأسك في عجلة الفضاء إلى كارثة . أو هذا ما يعتقد
فيه علماءنا مما يثير كثيراً من الشك .

وقد برع علماء الفضاء الأرضيون في تطوير وبناء المقلدات . والمقلدات
حبل باهظة التكاليف ، ولكنها مفيدة في خلق كثير من الظروف على سطح
الأرض ، تشبه ما نتوقع أن يواجهه أبطالنا القضاويون بعد ما يهجرون هذا
العالم . وها هو الف أو الدوران قد نال أكثر مما يستحق من الاهتمام
كبديل للجاذبية .

وكان القرار السيء الحظ : أننا قد نضطر إلى إهمال البرنامج بأكمله كما
أهملنا آخر طراز ظهر في العام الماضي من السيارات .

والسبب في ذلك من القوة بـمكان . فقد أجريت اختبارات في غرف دوارة
كبيرة ، فما كان من الطيارين الأصحاء الأقوياء إلا أن أصيبوا بالدوار ،
والإغماء ، والقيء ، والعرق ، والدوخان ، والغثيان . وكثيراً ما أصيبوا بالقيء
الشديد لدرجة استدعت وضعهم تحت العناية الطبية .

وقد ظل الأسطول ، في بنساكولا بولاية فلوريدا ، يقوم بتشغيل جهاز

فريد (ويعمل عدد كبير من هذه الأجهزة في الوقت الحاضر) يعرف باسم الغرفة الدوارة . وهو عبارة عن غرفة مستديرة قطرها ١٣ قدماً ، ومثبتة فوق محوراً عجلة دوارة تزن ٢٢ طناً . فإذا ما بدأت الغرفة دورانها فإنها تدور بمنتهى النعومة . وهذا هو المقصود بها — أن تكون بمثابة رصيف بلغ من الاستقرار وصلابة الحركة ما تراه عادة في الجيروسكوب .

ولما كانت الغرفة من الاتساع بحيث يمكن تأنيثها ، فإنها في حد ذاتها تهيب الفرصة لمن يكون بداخلها للاسترخاء . على أن هذا الاسترخاء يؤثر على شخص الاختبار في غير صالحه . فإنه بعد برهة يجد من الصعوبة أن يتصور أنه ليس في « مجرد غرفة » . إلا في أنها تخلو من النوافذ ، مما يمنعه من رؤية ما يدور خارج الغرفة . وفيما عدا ذلك فإن كل شيء يبدو « عادياً تماماً » . وفي أحد الاختبارات المتوسطة ، يطلب من الأفراد الموجودين داخل الغرفة أن يجلسوا على مقاعد مريحة ، ويحتفظوا بسكون رؤوسهم أثناء دوران الغرفة . أما حركة الغرفة فبطيئة للغاية — حوالى ست دورات في الدقيقة . فإذا ما بدأت الغرفة دورانها استطاع الأفراد في بادئ الأمر أن يحسوا بالحركة بسبب التغير الذي طرأ على عجلة الجاذبية من وضع السكون إلى وضع الحركة البطيئة . ولكن سرعان ما يختفي هذا الإحساس ، فلن يعودوا يحسبون بالحركة في أى اتجاه بالذات ، والسبب في ذلك هو الاستقرار الكامل الذى يمتاز به القلبد .

ويصف الكابتن كليفورد فوبس ، أحد رجال الأسطول الأمريكى (ومدير قسم الملاحة الفلكية بمكتب الطب والجراحة بمصلحة الأسطول) ، فيقول : « يبدو كل شيء جميلاً إلى أن يبدأ الفرد تحريك رأسه ، فتظهر عليه أعراض أخطر الأمراض التى توصف بأنها مريضة ، وأعتقد أن الآخرين الذين ركبوا هذا الجهاز يؤيدوننى في هذا الوصف .

« أعراض مخيفة بالرغم من تفاهة العمل الذى تفعله من جانبك لإنتاج هذه الأعراض المدمرة كالاغثيان والقيء ، والدوار ، والدوخان ، والانهيار البدنى العام .

« فلم يحدث كل هذا ؟ إننا نشعر حتى الآن أنه ناشئ بسبب الموقف الذى اختفى فيه الإحساس البصرى — السائد عادة — الذى يمكننا فى الفضاء من تحديد اتجاهنا . فأنت موجود فى هذه الغرفة التى تعتبر فى نظرك ساكنة ، مما يهيء فرصة للأعضاء الدهليزية فى قنوات الأذن لتتولى الأمر بنفسها ، وتنشط الحوافز ، التى كان يقمعها البصر فى الأحوال العادية إلى أقصى حدود نشاطها ، الأمر الذى يؤدى إلى تلك العواقب الوخيمة لم أبق بالغرفة سوى عشر دقائق ولما خرجت منها لم أسترجع إحساسى العادى بالصحة إلا بعدحوالى ثلاث ساعات . كما أننا قد وجدنا فى بعض الحالات أن الأشخاص السريمي التأثير لا يسترجعون إحساسهم بالصحة إلا بعد مضي أيام .

« وفى وسعك أن توقف أية آثار متعبة بمجرد الاحتفاظ بالسكون التام لرأسك . إلا أن هذا من الصعوبة بمكان . فإذا حاول الفرد أن يقف ويمشى فى أرجاء الغرفة فإن أقل حركة للرأس أثناء المشى تكفى لإنتاج تلك الأعراض الرهيبة . أما إذا اقتصرنا على الجلوس مستخدماً عينيك بدلاً من تحريك رأسك فقد تشعر بالراحة التامة .

« ونحن نشعر أن هذه الظاهرة من أهم الظواهر التى تلزم دراستها فى الفضاء . ولنفرض مثلاً أن الفرد يصاب بالغثيان والقيء تحت ظروف انعدام الوزن بسبب الموقف الناشئ عن فقدان القدرة على التوجيه وحده ، بغض النظر عن الإجهادات الأخرى التى يتعرض لها ، فليس فى وسعى أن أفكر فى شئ يكون أقرب إلى أن يكون طارئاً حقيقياً من رجل يتقيأ تحت ظروف انعدام الوزن ، فقد يمجز عن التخلص من القيء ورائحته الكريهة يا إلهى ، ولا أنا .

الفصل العاشر

المشاكل المنزلية

قد يبدو التدبير المنزلي في سفينة الفضاء نكتة لأولئك الذين يشعرون بالسعادة على الأرض ويصرون على البقاء عليها . إلا أنه لا يبدو أمراً مضحكاً لأولئك الرجال الذين يدورون حول الأرض وغيرها من العوالم في المستقبل . وسيكون الحيز شيئاً نفيساً في الرحلات فيما بين الكواكب . والحساب كفيل بإثبات ذلك .

وهامى الصواريخ الدافعة تكبر وتتحسن ، إلا أنها مازالت تفتقر إلى الطاقة التي يود مهندسونا إتاحتها لتنفيذ الرحلات فيما بين الكواكب . وتندرج هذه القيود المفروضة على القوة من الصاروخ ، إلى سفينة الفضاء ، ثم إلى ما تحمله سفينة الفضاء من أجهزة ومهمات .

فهناك وزن محدود لما يمكن أن تجهز به السفينة ، يتوقف على الحيز المحدود الذي يسع ما يعتقد كل فرد أنه لا بد من حشره فيما يسميه رواد الفضاء «العنبة الصفيح» . فلما كبرت المعدات التي نود إطلاقها مع طلفتك الصاروخية زادت حتمية كبر ذلك الصاروخ . إلا أنه سرعان ما نصل إلى نقطة اللاعودة . فليس لدينا مزيد من القوة ، وهذا يعني ألا زيادة في الدفع . فإذا رغبتنا في أن تستمر سفينتنا الفضائية في الصعود إلى ما يزيد على بضعة أميال ، فلا بد لنا من أن نرسم الخط ونخضع للقيود المفروضة على الطلقات التي نعمل بها . على أنه ستكون لدينا صواريخ كبيرة حقاً ، صواريخ عملاقة مثل ساتيرن ٥ ، ترن عند إطلاقها ما يزيد على ثلاثة آلاف طن ، وفي وسعها أن تدفع ما يقرب من ربع مليون رطل إلى مدار أرضي في أكبر رفعة عرفناها حتى الآن .

هذا جميل بالنسبة للعدار الأرضي ، وسنكون أسعد حالاً عندما نتاح لنا أعداد كبيرة من ساتيرن ه نكفي لتكهن كل الصواريخ القديمة الصغيرة التي لدينا في الوقت الحاضر . إلا أن ساتيرن ه مجبروته لن يكفي للرحلات الفضائية الطويلة التي نود القيام بها . فلا بد لك ، إذا رغبت في رحلة إلى المريخ ، من أن ترسل كل المعدات اللازمة للإبقاء على حياة الملاحين وصحتهم . فإذا أدخلت في حسابك قانون مورفي الأول في الطبيعة ، الذي ينص على أن « ما يمكن أن يمتل لا بد من أن يمتل يوماً ما » ، فلا بد أن نضيف قطعاً للعتبار ، بل مزيداً منها — من ذلك النوع من الإفراط الذي يدفع المهندسين الذين يقاتهم الوزن إلى البكاء والمويل .

فهناك أمر المعدات العملية ، والوقود اللازم للمناورة ، والوقود اللازم للهبوط ، والوقود اللازم للانطلاق ، والوقود اللازم للعودة ، وما يستلزمه ذلك من مناورات أثناء رحلة العودة ، والوقود اللازم لاتخاذ الطريق المرسوم للعودة إلى الوطن دون الاختفاء في بحر من اللهب بسبب خطأ في الحساب يصل إلى بضع مئات الأرتال من الوقود اللازم للمناورة . ولا بد لك من أن تحمل معك معدات الملاحة ومعدات الإصلاح والصيانة وأدوات التحكم إلى غير ذلك . ثم عليك أن تتناقش مع العلماء الذين ينتظرون في الصف يحاول كل منهم أن يحشر في سفينة الفضاء كل ما يمكن حشره من أجهزة لبحوثه . وليس في وسعك أن تدع هؤلاء جانباً ، فإننا نفعل كل هذا في سبيل « العلم » ، لا من أجل محاولة تجعل من رحلة ما بين الكواكب أغلى رحلة ترفيهية عرفت حتى الآن .

فإذا لم تستطع أن تهيب الدفع الصاروخي اللازم ، فلا بد للمهندسين من اللجوء إلى البراعة والكد وإعادة التصميم ، وغير ذلك من الحيل البهلوانية التي تصلح لتحقيق أهداف الرحلة ، ولو أن هذا يستلزم من المعدات

والإمكانيات ما لم يستخدموه في خبراتهم حتى الآن . وهذه خدعة أخرى من خدع فطيرة الفضاء — هي الخبرة . ولا بد لهؤلاء من تصميم برامجهم تحت ظروف غريبة عداية تتعدى كل ماتعلوه من قبل .

ولنأخذ مثلاً مشكلة التنفس، وهو أمر بسيط ، مجرد استنشاق واسترخاء . والفعل الانعكاسى هو الذى يتولى بنفسه الأمر . فانت حر ، تزفر الهواء الفاسد ، لتدخل الأكسجين إلى رثيتك . وهو أمر فى غاية السهولة — إذا كان لديك جو تملك بوفرة منه الأرض التى تقم عليها ، وإذا كان لديك مجال جاذبى ، وإذا لم تقم بتلويث هذا الجو بزواج من الأشياء الفسيولوجية التى نسميها رجالاً .

فإن الرجال الأربعة الذين سيقومون برحلة فضائية تستغرق عاماً واحداً ، سيكونون فى حاجة إلى طن ونصف من الأكسجين النقى ، ومعنى هذا أنه لا بد من أن تحمل ، علاوة على الثلاثة آلاف رطل هذه من الأكسجين ، كمية إضافية منه لمواجهة أى طارىء قد يقع . وإلا فقد ينتهى الأمر بفريق الملاحين إلى أن يسحبوا القرعة فيما بينهم لتحديد من منهم يعود إلى الوطن ، ومن منهم يبقى على أية صخرة لا تبقى على الحياة كان الفريق فى زيارة لها فى ذلك الوقت .

ولا بد لك من وسيلة تحفظ فيها هذا الأكسجين فهل تستخدم الصهاريج الأسطوانية أو الكروية أو غير ذلك من الأوعية ؟ وما هى الوسيلة التى ستستخدمها لوقاية هذا الأكسجين ؟ فإن هناك خطر ضربة من شهاب قد تؤدى إلى خرق الصهريج وضياع جزء كبير من الغاز الذى لا غنى عنه . ومن أجل هذا يتحتم عليك أن تضيف إلى حسابك وزن الفضاء الواقع . على أن الاحتياط يتطلب منك أن تودع كمية الأكسجين على مستودعين أو ثلاثة . ثم لا تنس تجهيز السفينة بالمعدات والصمامات وخطوط التمرين ومئات أخرى

من الأدوات الصغيرة والكبيرة على حد سواء ، مما يزيد من التعقيد ،
والوزن ، والحجم ، والإفراط بطبيعة الحال .

إلا أننا لم نصل بعد إلى النهاية . فلا يكفي مجرد وجود الأكسجين .
فلا بد من وسيلة للحصول عليه نقياً أينما احتجت إليه ، والتخلص منه بعد
أن يكون قد فسد ، ومعنى هذا أن تزود السفينة بوسيلة ميكانيكية لضغطه
أو نقله ، ويغلب أن تحتاج إلى اثنين من هذه الوسيلة : ولما كان الإنسان شيئاً
بالحيوان من حيث تأدية الوظائف الجسمانية ، فإنه لا يزفر ثانياً أكسيد
الكربون إلى حيز القمرة فحسب ، ولكنه يضيف إليه بخار الماء ومجموعة من
السموم المهيجة ونفاية فضلات الجسم . لا بد من التخلص من كل هذا ،
وإلا أصبح الهواء في فترة قصيرة من الزمن مؤلماً ، وغائماً ، ومليناً بكل أنواع
الروائح الكريهة . ولا بد من التخلص من بخار الماء وكل شيء آخر مما
يستدعى عدداً من الوسائل اللازمة لتنقية الهواء من كل ما يحمله من
جسيمات مكدره .

وقد أشرنا إلى مشكلة نشأت عن انعدام الوزن في البيئة . فإذا ما أمدت
القمرة بالهواء فلا بد أن تكون هناك وسيلة لدفعه في أرجائها . وهنا نحن على
علم تام بالوسيلة المنزلية العادية التي تسمى « المروحة » ، وهي آلة بسيطة بفتح
بسيط تستطيع أن تديرها أو توقفها . فإذا كنت تستخدم المروحة للتبريد
وفشلت ، أصابك الضجر ، ولو أنه ضجر خال من الرعب . أما في الفضاء
فقد يعيبك الضجر ، ولكن يغلب أن تصاب معه بالدعر والفرع . فإذا
ما توقفت مراوحك في قمرة سفينة الفضاء — وخاصة في رحلة تستغرق بضعة
أسابيع أو شهور — فإن هذا التوقف سيخلق كثيراً من المتاعب الخطيرة .
فإذا انعدم الوزن انعدم معنى الحرارة والبرودة في الهواء . فالهواء
الدافئ لا يصعد ، والهواء البارد لا يهبط — فهو بلا وزن . فإذا أشعلت شمعة

في قمر سفينة الفضاء بدون دورة هوائية مدفوعة ، فسرعان ما تنطفئ ، بعد أن يغمرها سحب من الغازات السامة التي تنفجر إلى الأكسجين الذي يتطلبه استمرار اشتعال الشمعة .

والرجل كالشمعة ، كل منهما آلة حرارية ، تنتج الحرارة باحتراق مختلف أنواع الوقود التي تتضمن الأكسجين بطبيعة الحال . وسرعان ما يموذ الرجل المقيم في القمرة إلى استنشاق كل النفايات السامة التي كان قد أخرجها . على أنك لا تستطيع أن تستمر على هذه الحال زمناً طويلاً مع احتفاظك بحالة صحية مضمية .

وققدان الهواء الخاصية الحمل في ظروف انعدام الوزن يثير عدداً من المشاكل المؤلمة . فإذا توقفت المرواح عن الدوران ، وتوقفت بذلك الدورة الهوائية للدفوعة ، بدأت القمرة في الاحترار . فقد سبق أن ذكرنا أن الإنسان آلة حرارية . ولا بد للحرارة التي تتولد داخل حيز مقفل من أن تدفع إلى مكان آخر . لا بد من التخلص منها . وقد ورد في نشرة لشركة طيران أمريكا الشمالية أن أحد العلماء ، بقسم علوم الحياة بها ، ذكر أنه : « إذا توقفت المروحة عن الدوران ، وتوقف الهواء عن الحركة ، فليس أمام رجل الفضاء سوى ستين دقيقة عليه أن يديرها في حلالها . فإن الجلد في حالة انعدام الوزن سيفقد حرمة الحمل ، وما لم تقم دورة هوائية مدفوعة تسبب عن ذلك رفع درجة حرارة رائد الفضاء ، مما يؤدي إلى موته في خلال ساعة واحدة » .

أمر مقلق ولاشك — ومن أجل هذا كان لزاماً أن تجهز أحدث سفن الفضاء ، في المستقبل القريب والبعيد ، بعدد من المرواح التي تدار باليد . فإذا طرأت بعض المشاكل الخطيرة ، اضطر روادنا الفضائيون لقضاء جزء كبير من وقتهم في إدارة هذه المرواح ، محاولين الاسترخاء وهم يديرونها حتى

لا يبذلوا قدراً كبيراً من الطاقة ، الأمر الذى يؤدي إلى إنتاج مزيد من الحرارة ، مما يشكل مجموعة من الظروف المكثرة .

والمشكلة العظمى ، فى القيام بالتبريد المنزلى داخل سفينة الفضاء ، هى أن المهندس لا يستطيع أن يأخذ أى شىء قضية مسلماً بها . فإن وجود الكائنات البشرية يخلق له كثيراً من اللزاي والمشاكل على حد سواء . وإنه لجميل أن ندرك أن هناك آلة حاسبة متحركة فى أرجاء القمرة ، لديها قدرة الإحساس والملاحظة والدراسة وتحليل للمشاكل ، واتخاذ الإجراءات اللازمة . كما أنه من اللربح أن ندرك أن على ظهر سفينة الفضاء راكباً له قدرة على الحكم واتخاذ القرارات للإشراف على أداء الأجهزة الميكانيكية والإلكترونية المعقدة ، وصيانة هذه الأجهزة وإصلاحها إذا أصابها خلل .

وكان أحد المهندسين ، فى أحد الإدارات بكيب كنىدى ، قد علق لافتة فوق مكتبه ، عبارة عن صورة مكبرة لقصاصة من جريدة نيويورك تايمز . وكان كثيراً ما يقرأ هذه اللافتة لأنها كانت تذكره ، كما يقول فى إصرار ، بأنه بالرغم من للمشاكل التى يسببها وجود الرجل فى سفينة الفضاء ، فإن وجوده لابد منه فى رحلة ما بين الكواكب . وإليك ما جاء بهذه اللافتة :

« واشنطن ، أول يوليه (الأسوشيتدبريس) — ذكرت انازا اليوم أن تلفاً طراً على وردة (جليلة) من الفبير ، لا يزيد ثمنها على سنتين اثنين ربما كان السبب فى تعطيل سفينة الفضاء القمرية رينجر — ٥ فى أكتوبر الماضى . ومن هنا كانت دائرة مأزق المهندس . فلو أن بسفينة الفضاء رجلاً فى بدلة الضغط ، حتى ولو كان مخدراً ، لا استطاع أن يتدرب على ربط الوردة أو تغييرها . على أن رواد الفضاء يختارون من بين من يتوفر فيهم الذكاء والقدرة . وعلى ذلك فإن المهندس يدرك أن مجموعة كاملة من الأخطاء قد لا تكفى لتدمير الرحلة طالما كانت بالسفينة وسيلة ذاتية للإصلاح ، قادرة على

التحرك مع الخلق ، وإجراء الحسابات مع الحكم ، وسيلة في صورة إنسان . كما أنه يثق في الخروج من المأزق عندما يتأكد من أن محطة الإصلاح المتحركة ، التي نسميها الرجل ، مزودة بوسائل الإبقاء على الحياة .

وكما طال بقاء الرجل — أو مجموعة من الرجال على الأخص — سابقاً بين العوالم ، زادت مشاكل التسمم الحاد والمزمن . وليس من السهل ، ونحن في جونا الأرض ، مع ما فيه من تيارات هوائية طلبقة ، وما نضيفه من تكييف للهواء ، ومنزج هائل من الروائح ، ليس من السهل في هذه الظروف أن تفكر فيما يفرزه الإنسان من سموم وروائح مهيبة وهو يؤدي وظائفه الفسيولوجية للبقاء حياً . فها هو ثاني أكسيد الكربون مثلاً ، مادة « سامة خطيرة تخرج بالزفير . وها هو التبول والعرق وغير ذلك من الوظائف التي تؤدي إلى إخراج السموم . كما أن المواد التي تحويها سفينة الفضاء ، تستطيع بمضي الزمن أن تلوث الهواء بالروائح المهيبة .

ومما يقلق العلماء أشد القلق منتجات فضلات الإنسان . وقد جاء في تقرير للكونجرس ، تحت عنوان « أبحاث الفضاء في علوم الحياة » ، مانصه :

« الإجراءات الصحية مشكلة ، وخاصة تحت ظروف انعدام الوزن . فمادام نعمل بفضلات الإنسان حتى لا يصاب بالتسمم ، وحتى لا يصبح خطراً على ذاته في كبسولة الفضاء ؟ » .

كما أن الرجل المتوسط ، الذي يزن ١٥٤ رطلاً ، هو نفسه مشكلة من مشكلات النقل من حيث الحيز . فهو في حاجة إلى ما يقرب من رطلين من الأكسجين يومياً ، علاوة على خمسة أرطال من الماء في اليوم الواحد ، وحوالي رطل وربع من الطعام الجامد في اليوم . وهذه مقادير تمثل ما يدخل جسمه . إلا أن الرجل لا يقف عند هذا . فمادام يعمل كآلة الحرارية ليحتفظ بفيرانه الداخلية متوهجة لا بد له من أن يخرج شيئاً من جسمه . ويشمل هذا

حوالى رطلين من ثانى أكسيد الكربون ، وستة أرطال من الماء ، ومقداراً صغيراً من المواد الصلبة والبولية والمعدنية كل يوم .

ويود العلماء لو أمكنهم خفض منقولات الإنسان إلى الحد الذى تعامل الأم به رضيعها ، بأن تحتفظ بأحد طرفيه مملوءاً والطرف الآخر جافاً ، ثم تدع الأشياء ترعى نفسها . إلا أن رواد الفضاء شيء أكثر من معدة منتعشة . فهم يعملون كهندسين ومشرفين وعلماء ، إلى غير ذلك . وإلى جانب هذا يواجهون مشاكلهم الخاصة بالتغذية والمستلزمات السيكولوجية بالطريقة التى ترضيهم .

فإذا بدا للقارىء أننا نبالغ فى قلقنا على الطيران الفضائى فقد أساء تقديره للأثر الهائل الذى أحدثته التخطيط لمواجهة المشاكل السيكولوجية على الاستعدادات طويلة المدى للسفر خلال الفراغ ، وصرامة الآثار السيكولوجية التى قد تواجهها فى الفضاء كما سيتبين لنا .

ولنعد الآن إلى مشكلة التنفس . فلا بد لنا من أن نمد الرجل بالأكسجين داخل سفينة الفضاء . إلا أن هذا الأمر ليس من السهولة التى تظهر لأول وهلة . فعلى أى صورة نقدم له هذا الأكسجين ؟ هل على صورة أكسجين نقي ؟ أو هل نخففه بأحد الغازات الحاملة على النحو الذى نستنشق فيه الأكسجين فى الهواء الطلق على هذا الكوكب ؟ وما هى مضار الغاز المخلوط (ومنها زيادة الضغط داخل القمرة) إذا قورن بالأكسجين النقي ؟

وقد استنشق رواد الفضاء فى طيرانات ميركورى أكسجيناً نقياً تحت ضغط داخل سفينة الفضاء — ثابت يكافئ الضغط على ارتفاع ٢٨٠٠٠ قدم فوق سطح الأرض . وقد قررنا الاستمرار فى استنشاق الأكسجين النقي فى طيرانات جيمينى . كما اتخذنا نفس القرار — ولو أنه لقى معارضة عنيفة — فى طيرانات أبوللو ، الذى ينتظر أن تستغرق ما بين عشرة أيام واثنى عشر يوماً بعيداً عن الأرض .

قد اجتمع في أوائل عام ١٩٦٣ مائتان من خبراء الطب الحيوى في ندوة عن الطيران الفضائى عقدت في لوس أنجلوس، ودهش الزوار لمعارضتهم الإجماعية لأختيار الأكسجين النقى جواً للسفينة أبوللو . ولم يكتب خبراء الطب الحيوى في اجتماع جمعية الطب الفضائى الجوى بالاستنكار اللفظى لأختيار الأكسجين جواً للسفينة أبوللو ، ولكنهم شكلوا عدة لجان للمراقبة للتأكد من عدم التجاوز عن المستلزمات الطبية لبرنامج أبوللو وغيره من مشروعات الفضاء البعيد في المستقبل لأرضاء رغبة جماعة من المهندسين والسياسيين .

فكان هذا موقفاً عنيداً ضد قرار أصدرته جماعة من الأطباء المتخصصين في نفس المجال . وكانت نقطة الخلاف هو مجرد الخلاف نفسه . فإن اجتماع الأطباء ، الخبراء في مجالهم، في غرفة كبيرة ليتصايحوا بعضهم مع بعض لا يؤكد إلا وجود خلاف طفيف في درجة الدقة التي تتخذ بها قراراتنا حول أمور تتوقف عليها حياة رواد الفضاء . على أن حوادث الموت قد لا تكون نتيجة سريعة لقرار خاطئ . إلا أن كثيراً من مختلف المشاكل سوف يندبثق إذا اتخذ قرار خاطئ في أختيار المحتوى الجوى لسفينة الفضاء .

فإن كثيراً من خبراء الطب يعلنون أن من المتاعب التي يسببها استخدام الأكسجين النقى خطر الحريق ، وفقر الدم الذي يبقى شهوراً بعد عملية الطيران ، والتسمم الأكسجيني وما يصحبه من اضطرابات لأجهزة الجسم ، بما في ذلك جهاز البصر ، وانطباق الرئتين ، وانخفاض مقاومة الجسم للإشعاعات المؤينة .

وقد كان إختصاصيو سلاح الطيران الذين حضروا ندوة الجمعية الطبية الفضائية الجوية من الصرامة بمكان في استنكارهم لأختيار الأكسجين النقى جواً لسفينة الفضاء . وقد أذكروا بأن أعظم الأخطار يكمن في الحريق ، فإن اندلاع اللهب في القمرة المليئة بالأكسجين النقى يكون كارثة كبرى . فقد

أجريت بعض الاختبارات على مواد مخبوزة داخل وسط من الأكسجين (في غرفة محكمة القفل يبلغ الضغط فيها خمسة أطلال على البوصة المربعة ، كما كان في سفينة الفضاء ميركوري وهي في المدار) فأوضحت أن هذه المواد تحترق بشدة تعادل ستة أمثال شدة احتراقها تحت الظروف الجوية العادية . فهي لا تقتصر على الاحتراق بسرعة فحسب ، ولكن درجة حرارة احتراقها أعلى بكثير من المعتاد .

وكانت نتيجة الاختبارات التي أجريت على المعدات في جو من الأكسجين النقي ، مرعبة للغاية . فقد حدث أن بدأ حريق عرضي في قمرة سفينة فضائية مقلدة . فقام أحد الرجال الذين كانوا في القمرة بضرب النار بيده ضربة قوية محاولاً إخماد اللهب الصغير . فاندلعت النار في يده . فلما حاول مسرعاً أن يخمّد النار بجزء آخر من جسمه ، اندلعت النار في هذا الجزء أيضاً .

وينذر إخصائيو سلاح الطيران بأنه يبدو أن الأكسجين يخاف بعد فترة ماحالة من التشبع ، ويصبح كل شيء في القمرة — من ملابس وجلد وشعر وبلاستيك إلى غير ذلك — منقوعاً في جزيئات الأكسجين . فإذا ما بدأت النار في القمرة تعذر إطفائها . حتى إذا فرغناها من الهواء تفريغاً تفجيرياً ، لما ساعد ذلك على سرعة إطفاء النار .

كما أنذر الدكتور جورج أولبرايت الذي يعمل بشركة « طيران الجمهورية » (ريبليك أفيشن)^(١) بوجود دليل قاطع على أن استخدام الأكسجين النقي فترة طويلة يؤدي إلى انحطاط خطير في الصحة . فقد أصيب المتطوعون الذين عاشوا عدة أسابيع في الأكسجين النقي بفقر الدم الذي ظل من خمسة إلى سبعة

أشهر . ولم يكن فقر الدم هذا من الأنواع التي اعتادها الأطباء ، بل كانت له آثار خطيرة ، إذ فقد أحد المتطوعين ما يزيد على ٣٤ في المائة من حجمه الكلى .
ويقول الدكتور أولبرايت أنه يبدو أن السبب في فقر الدم هو تدمير خلية. تعرف باسم فوسفات الجلو كوز ٦ ديهيدروجينيز — وهي خلية تقاوم في العادة ميل خلايا الدم الحمراء إلى التأكسد ، إلا أن هذه المقاومة الواقية تضعف كثيراً في جو من الأكسجين النقي .

وتشير الاختبارات التي أجراها إخصائيو الطب الحيوي بالأسطول إلى أن التعرض طويل المدى للأكسجين النقي يؤدي إلى إضعاف البصر ، الذي قد يؤدي إلى الهلاك في الظروف التي تتطلبها عملية العودة إلى جو الأرض وغيرها من المناورات الدقيقة .

وقد كان من العجيب بصدد الإصابة بفقر الدم في الاختبارات التي أجرتها شركة « طيران الجمهورية » أن الشركة لم تبلغ الصناعات الفضائية الجوية عن ظهور الإصابة على متطوعيها في حينها . فقد جاء في تقرير أعدته مجلة القذائف والصواريخ^(١) : « قررت شركة الطيران بالاتفاق مع النازا ، عندما اكتشفت الإصابة بفقر الدم لأول مرة على رجال الشركة ، أن يبقى أمرها سراً حتى لا يثيروا الذعر بين المتطوعين . وقد ذكر أحد علماء شركة ماكدونالد للطيران أن التكتم كان محكماً لدرجة كان من المستحيل معه الحصول على أية نتائج لاستغلالها في مشروع جيميني .

ويدافع علماء النازا ، الذين غضبوا لما بدا من اتهامهم بالخطأ في اتخاذ قرار من جانبهم باختيار الأكسجين النقي جواً لسفينة الفضاء أبولو ، قائلين أن خليط الغازين يسبب من المشاكل أكثر مما يسببه الأكسجين النقي .
ويؤكد لللازم الكولونيل ستانلي هوايت الذي يعمل في النازا (جراح الطيران

السابق لرواد الفضاء في برنامج ميركوري) أن احتمال حدوث حنايا مشقة في حالة الخلخلة التفجيرية إذا وقعت ، مع استعمال خليط الغازين ، أعلى بكثير منه في حالة الأكسجين النقي . وقد أضاف هوايت إلى ذلك أن الأكسجين النقي أفضل بكثير لجو سفينة الفضاء بسبب التجارب التي سيقوم بإجرائها رواد الفضاء وهم في المدار .

فن أهم التجارب المقررة في كل من جيسيني وأبوللو أن يكلف رواد الفضاء بالخروج من سفينتهم ويتحولوا في « الفضاء الطلق » . وتشير كل الدلائل على أنه لا بد لرأد الفضاء الذي يقوم بهذه التجربة المدارية من أن يحتفظ بأقل ضغط ممكن داخل بدلة (ليهيء لجسمه سهولة الحركة داخل الوعاء المكيف الضغط — بدلة) ، الأمر الذي يتطلب اختيار الأكسجين النقي حواً في داخل البدلة . أما إذا استخدم خليط الغازين داخل سفينة الفضاء (كما يفعل الروس في فوستوكاتهم) فسيكون من المحتم ، كما يقول الكولونل هوايت ، على رأد الفضاء أن يجري عملية التخلص من الأوزوت قبل خروجه من السفينة . ومعنى هذا أنه لا بد من استنشاق أكسجين نقي لعدة ساعات لكي يخلص مجرى الدم من الأوزوت حتى لا تتكون فقائيع الأوزوت في مفاصل الجسم بسبب تغيرات الضغط الفجائية . كما أضاف هوايت أن واحداً من فريق الملاحين سيبقى داخل سفينة الفضاء ، وإذن فلا بد لهذا الرجل أيضاً أن يجري نفس عملية التخلص من الأوزوت . ويعتبر هذا الأمر بديهية في سبيل تحقيق السلامة .

وقد استلزم هذا الجدل العنيف بين هؤلاء الإخصائيين إجراء مزيد من التجارب الواسعة في الشهور التالية . وها هو السلاح الجوي قد احتفظ بعدة رجال مدة سبعة عشر يوماً في قمر مقلدة من قمرات سفينة الفضاء مملوءة بالأكسجين النقي تحت ضغط يقابل ارتفاعاً مقداره ٥٠٠ ر٣٣ قدم . فظهرت

على كل هؤلاء الرجال أعراض التسمم بالأكسجين . إلا أن إصابتهم كانت أخف وطأة من إصابات رجال الشركة الجمهورية . وقد أعلن السلاح الجوى أن الغالبية الكبرى من هؤلاء الرجال شكت من احتقان الأنف أو جفافه ، بينما أصيب خمسة منهم بانسداد الأذن أو بمضايقات فيها ، كما ظهر على نصف رجال الاختبار الإحساس بالخدر (إحساس بالبرودة ، وشعور بالألم أو الوخز ، ومنتهى القزع) وقد أصيب جميعهم ، عدا واحداً ، بتهيج في العينين ، وشكا واحد منهم بآلام شديدة في الصدر ، كما شعر جميعهم بلا استثناء بصعوبة التنفس .

واستمرت التجارب على جو سفينة الفضاء مع مزيد من التقليدات في أجهزة السفينة . وقد اضطر العلماء إلى إجهاض إحدى التجارب الخطيرة التي أجريت على خمسة رجال ، كان برنامجها يتضمن الطيران لمدة ثلاثين يوماً ، اضطروا إلى إجهاضها بعد خمسة أيام فقط عندما أصيب جميع رجال الاختبار بأقصى حالات الغثيان ، وفقدوا شهية الأكل . على أن هذا لم يكن اختباراً عادياً ، ولكنه كان تمثيلاً دقيقاً لرحلة فضائية طويلة المدى ، إذ أنه كان قد أجرى استكمال الأجهزة الكيميائية والحيوية والكيميائية الفسيولوجية في جهاز واحد تجديدي من أجهزة الإبقاء على الحياة ، جهاز يتم فيه تنظيف الأكسجين واستعماله عدة مرات متتالية .

وقد نشأت المشكلة من المواد التي لم تكن سامة في الأحوال العادية . فلما خلطت معاً ، أدى التفاعل المستمر إلى تسمم خطير في الرجال الذين شكوا من إحساس بالأكل في عيونهم ، ومن ظهور القرحة والإدماء على لثاتهم ، والتهابات في أفواههم وشفاههم . كما أصيبوا بالصداع وغيره من الآثار المؤلمة . وبدأ واحد منهم ينضح عرقاً غزيراً ، وبدأ جسمه يبعث رائحة حلوة . فغداة اغتاط منها بقية رجال الاختبار . ومن الغريب أن رائحة الجسم كانت

أقرب ما يمكن إلى رائحة أنابيب اللطاط الموجودة في الغرفة التي كانت تبعت بها عندما كانت تمر خلالها غازات ساخنة .

واستؤنف الاختبار في نفس الغرفة بعد شهر حفلت بالدراسات الواسعة لجميع أجهزتها ، وتمت الاختبارات بنجاح مدة ثلاثين يوماً . إلا أنها لم تخل من الآثار الطفيفة التي قد تصبح في الفضاء عاملاً مهماً في إثارة للتأعب الشخصية للقلقة ، وخلق المشا كل في أية مهمة طويلة المدى .

إلا أن الإخصائيين الذين قاموا بإجراء هذه التجارب تباهوا بنتائجها ، فقد تمكنوا لأول مرة ، في أوائل ١٩٦٤ ، من توضيح ما يمكن أن يقوم بأدائه جهاز بيولوجي بحكم القفل وضع بإحكام في أجهزة أخرى من بينها الكائن البشري . وأمكن استخدام الماء المستخلص من فضلات الجسم والبخار المتكاثف في القمرة ومياه المجارى لأغراض الشرب والغسل بعد استخدامها الأول وإجراء عملية استصلاح للمياه .

أما الهواء الذي كان يستنشقه الرجال الخمسة في الغرفة التي كانت تبلغ في حجمها ٢٣٥٠ قدماً مكعباً فكان يعد من كيمائيات جامدة عبارة عن فوق أكسيد الصوديوم . وقد كانت هذه المواد الكيماوية تؤدي وظيفة مزدوجة ، إذ أنها كانت تمتص ثاني أكسيد الكربون علاوة على إنتاج الأكسجين النقي . وقد كان من أهم أهداف الاختبار خلق جهاز يقوم طول الوقت باستنشاق هواء القمرة وتحليله حماية لرجال الفضاء من احتمال وجود أية مواد سامة قد تسبب لهم التهيج أو تعرضهم للأخطار .

وقد نجحوا تماماً في استبعاد ظهور أعراض الغثيان التي ظهرت على رجال الاختبار السابقين . حتى الطلاء ثبت أنه يمكن أن يكون منشأ لبعض لمشاكل الخطيرة ، فقام المهندسون بصنفرة الغرفة للتخلص من آخر أثر للطلاء . كما أزلوا كل قطع الخشب . واستبدلت بعوازل الأسلاك والأنابيب البلاستيك

مو دلاتفاعل مع الأكسجين النقى أوغيره من المواد الكيميائية للوجوده فى جو سفينة الفضاء المقلده .

فلما جاءت الستينات الوسطى ، كانت جيمينى على وشك أن تصبح حقيقة تجرى بها عمليات طيرانية فى سفينة للفضاء يركبها رجلان ، وكانت أبولو تسرع الخطى فى تقدمها نحو تجارب الطيران الأولى . وتأمل الولايات للتحدة فى تحقيق هدفها الذى تصبو إليه من إزال رجلين على سطح القمر قبل نهاية هذا العقد . وهاهى النازا تعهد فى الوقت الحاضر إلى رواد الفضاء القيام برحلات تستغرق أسبوعين مستخدمين جواً من الأكسجين النقى ما لم يحدث طارئ قاهر يضطرها إلى إعادة التقدير وتغيير القرار . وتقر هيئة النازا أن كل شئ مازال فى مجال الشك من الناحية الفسيولوجية . فما زال حتماً علينا أن نجري التجارب الواسعة قبل أن نقرر نوع البيئة الغازية المقبولة للرحلات الفضائية طويلة المدى .

وقد سبق لنا فى مكان سابق من هذا الفصل أن ناقشنا مشكلة حفظ الأكسجين اللازم للرحلات طويلة المدى خلال الفضاء ، وذكرنا أن فريقاً من الملاحين ، يتألف من أربعة رجال ، يستهلك ٣٠٠٠ رطل من الأكسجين فى العام الواحد . كما أوضحنا أنه ليس من اللازم أن نحتزن كل هذا الأكسجين فى فئاتيس كبيرة وثقيلة ، وأنه فى الإمكان أيضاً أن نستمد الأكسجين من كياويات فوق أكسيدية تمتاز بقدرتها على امتصاص ثانى أكسيد الكربون من الجو علاوة على إنتاج الأكسجين النقى .

ويبدو أن مشكلة التزويد بالأكسجين قاربت على الانتهاء . ولكننا لم نصل بعد إلى حل للعاجيات الأخرى التى تلزم هذا المخلوق الفسيولوجى الذى يعرف بالإنسان . ويتضح بعملية حساية بسيطة أن الرجل المتوسط يستهلك مايعادل وزنه من الأطعمة والسوائل والفارات كل عشرين يوماً .

ويحتاج الرجل الذي يزن ١٥٤ رطلاً في أقل من عام إلى ما يقرب من طن من الأكسجين والطعام والماء . وسرعان ما يصبح هذا الأمر من اللوائح ، سواء من حيث الحجم أو الوزن ، لدرجة أنه يصبح من الاستحيل تجهيز السفينة بضروريات الحياة لفريق من أربعة أو خمسة رجال في رحلة طويلة جداً .

وقد قامت الحكومة بدراسة مستفيضة لقرارات قادة علمائنا ، يتضح منها « أن علينا أن نلجأ إلى استغلال خرج الإنسان (فضلات الجسم) لإنتاج دخل جديد ، أي علينا أن نجد بعض فضلات الإنسان . وقد كان بودنا أن نتفادى هذا قدر الامكان ، وما نحن نحاول كل فكرة ممكنة لمدة الفترة الزمنية التي لا نضطر فيها لتجديد أي جزء من فضلات الإنسان إلى طعام » .

وقد قبل العلماء مدى أربعة أسابيع كحد لفترة التزويد بالأطعمة الأساسية التي تستطيع سفينة الفضاء حملها . فإذا ما وصلنا إلى هذا الحد كان لزاماً على العلماء « أن يبدأوا على الأقل عملية تجديد جزئي لفضلات الإنسان . . . » . ويشير تقرير مجلس الشيوخ إلى « أنه يجدر بنا أن ندرس بعض الآراء الأصاية كتطوير بعض المركبات البنائية في جسم الكبسولة نفسها بحيث يمكن استغلالها كمادة صالحة للأكل . إلا أن هذا لن يؤدي إلى إطالة فترة عدم التجديد أكثر من أربعة إلى ستة أسابيع ، نضطر بعدها إلى دراسة احتمال استغلال فضلات الإنسان لتموينه بمتطلبات الدخل .

« ويبدو أن ماء التبول من الفضلات الأولى التي سنعمل بها باستخدام الراتنجات التي يحدث فيها التبادل الاختياري للأيونات . ويقال إنه في الإمكان تحويل هذا الماء إلى ماء صالح للشرب أو للاستعمال مع الأطعمة المجففة . وسيؤدي هذا إلى مد فترة الطيران إلى حوالي ثلاثة أشهر ، نضطر بعدها إلى دراسة إمكان تحقيق جهاز تجديد كامل ، جهاز يستغل كل فضلات جسم الإنسان .

« على أن لدينا . . . جهازاً دورياً تستخدم فيه فضلات الإنسان طعاماً عن طريق استخدام ما يعرف بالجهاز الطحلي ، ولا يستخدم هذا الجهاز فضلات بشرية معينة فحسب ، مثل ثاني أكسيد الكربون وبعض المواد العضوية الجامدة ، ولكنه يحتاج في نموه إلى الإشعاع الشمسي .
« وتطلق الطحالب الأكسجين أثناء نموها ، وهذا بطبيعة الحال أحد مستلزمات حياة الإنسان . كما أن الطحالب نفسها تمدنا بطعام مفيد يحتوي على الأحماض الأمينية اللازمة ، علاوة على ما نحتاجه من البروتينات والكاربوهيدرات .

« ولذا كان هذا من المجالات التي نقوم بدراساتها دراسة جدية ، وربما استطعنا في خلال خمس سنوات ، إذا سارت الأمور على نحو ما نتوقع ، أن نصل إلى صنع نموذج لجهاز محكم القفل يمكن اختباره في الفضاء .
« ومن المشاكل التي ينتظر دراستها في الفضاء باستخدام هذا الجهاز أثر الإشعاع على الطحالب . فقد يكون الإشعاع سبباً في تغير مفاجئ ضار ، وقد يقتل الجهاز الطحلي . فلو حدث هذا والرجل في المدار بين الأرض والريخ لكان حدثاً مميتاً . كما أن درجة الحرارة تؤثر على نمو الطحالب ، ولذا كان علينا أن نعتني كثيراً باختيار الجهاز الطحلي » .

وبالاختصار . . .

فإن الجهاز اللاتجديدي الذي استخدمه إلى حد ما كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي في طائرات سفن الفضاء ميركوري وفوستوك ، يستغل كل الوسائل الممكنة لتخزين المصنوط للأطعمة . وتحفظ الأطعمة بطريقة التجفيف والتشيع والتجفيد . إلا أن هذه الإجراءات ، رغم فائدتها ، قيمة محدودة ، ولا تصلح إلا للرحلات قصيرة المدى نسبياً فيما فوق الأرض .

على أنه لا بد من أن يصبح الجهاز التجديدي طويلاً المدى ، كما جاء في

تقرير مجلس الشيوخ ، فلكاً فضائياً صغيراً ، يكون بمثابة امتداد للأرض من حيث سماحه للتجديد الكامل لفضلات ساكنيه إلى أطعمة وكيماويات مقبولة من الناحية القسيولوجية للإبقاء على الحياة .

أما الناحية السيكلوجية فمتروك أمر حلها للرجل ذاته . فإن الدورة التجديدية ستظل تعمل باستمرار ، بأن تمتص الفضلات الغازية ، والسموم المهيبة ، والتلوثات ، والفضلات السائلة والجامدة ، تهضمها داخل أوعيتها وأعضائها غير الظاهرة ، لإعادتها في النهاية في صورة مقبولة للاستهلاك المستمر ، ولو أنها قد تسبب صرخات الفرع في قلوب الملاحين .

ويعمل علماء الملاحة الجوية الفلكية بالسلاح الجوي ، في مدرسة طب الفضاء الجوي في سان أنطونيو بتكساس ، بانتظام في سبيل إنتاج العناصر الضرورية للجهاز التجديدي في سفينة الفضاء التي تبقى على حياة الإنسان خلال الشهور أو السنين التي تستغرقها رحلاته في محور الفضاء المظلم . ويهتم فريق السلاح الجوي اهتماماً خاصاً بالجهاز المبني على التخليق الضوئي للنباتات الخضراء ، الذي تنمو فيه النباتات الكاوروبياية (مثل الطحالب) وتتكاثر عن طريق التفاعل بين ثاني أكسيد الكربون والضوء .

فمن كان يتصور أن الرغبة البيئية المائلة إلى الاخضرار التي تعيش على سطوح البرك الراكدة ، أو الكلاً الأخضر الغروي الذي يكسو الصخور المغمورة في مجارى المياه الضحلة ، أو حشائش البحر العادية وكل النباتات البدائية التي تعرف بالطحالب ، من كان يظن أنها كانت ستمسك في يوم من الأيام في يدها مفتاح كشف الكواكب البعيدة !

وقد ذكر فرانك جيوسى الذى يعمل بشركة الطيران المتحدة : « إن أنواع الطحالب التي تقوم بدراستها في سبيل استخدامها في الفضاء هي كائنات حية وحيدة الخلية ، يتألف كل نبات منها من خلية واحدة في حجم خلية الدم

البشرى . وقد تبدو هذه النباتات مثلاً للبساطة في تركيبها ، فلا جذوع ولا أوراق ولا جذور ولا أى نوع آخر من الأنسجة المتباينة . إلا أن كل خلية في حد ذاتها كائن حى كامل أكثر تعقيداً من الخلايا المفردة التى يتكون من مجموعها الإنسان .

« وتتكاثر الخلايا بسرعة كبيرة ، مما يجعلها صالحة لمساندة رجال الفضاء . فمعدل تكاثر الطحالب وحيدة الخلية أكبر معدل بين جميع النباتات الخضراء المعروفة . فوسمها أن تتضاعف من ثلاث إلى تسع مرات ، تبعاً للنوع ، كل أربع وعشرين ساعة . أى أن النبات الواحد يتضاعف في اليوم الواحد إلى ٥١٢ نباتاً »^(١) .

ويشير الدكتور « كالفين وارد » الذى يعمل بمدرسة الطب الفضائى الجوى إلى : « أن الطحالب ، كمصدر للتغذية ، تحوى ما يحتاجه الإنسان . فنسبة البروتين فيه حوالى خمسين فى المائة ، وهى نسبة لا تقل كثيراً عنها فى اللحم البقرى . كما أنها تحتوى على الدهون والكربوهيدرات والمعادن والفيتامينات . إلا أن من المصاعب فى استخدامها طاماً أن لكل من هذه الخلايا جداراً من السيلولوز لا يستطيع الجهاز الهضمى للإنسان تحطيمه . ولذا كان لابد ، للحصول على أعلى قيمة غذائية منه ، من معالجتها بوسيلة ما قبل تناولها كما نفعل عادة مع الخضروات التى نأكلها ، كأن نقليها مثلاً ، أو نطحنها ، أو نعرضها للأمواج فوق السمعية التى تستطيع تحطيم الخلايا » :

ومن أهم جوانب إمكان استخدام الطحالب فى سفينة الفضاء ذات الجهاز الثقيل أننا لا زلنا نعرف القليل جداً عن إمكانيات الطحالب . فنحن نفكر

(١) من مجلة Bee Hiye (خلية النحل) التى تصدرها شركة الطيران المتحدة هارتفورد الشرقية .

في هذه الرغبة المائلة إلى الخضرة على أنها مجرد نوع من النبات . وقليلون هم الذين يدركون أن هناك حوالي أربعين ألف نوع من مختلف الطحالب لا بد لنا من أن نجرى عليها التجارب بسبب قلة ما نعرفه عن خصائصها ، أو ما يمكن أن يكون لها من قيم عظمى . ولذا كان علينا أن نتجه ، ضمن اتجاهاتنا للسفر إلى الكواكب الأخرى ، لا بعيداً عن كوكبنا ، بل إلى الأحواض والأكواب والبرك الرائدة هنا على سطح الأرض .

على أن استخدام الطحالب في خلق جهاز تجديدي لسفن الفضاء المستقبلية لن يكون مفاجأة لخبراء الصحة العامة في مدتنا الكبرى . فقد تكون لديهم الدليل الكافي على أن النمو والتكاثر السريع في المجموعة النباتية والمجموعة الحيوانية ، التي تنتج في البوائيع ، يرجعان إلى وجود فضلات الإنسان التي تساعد على النمو السريع للخمائر والفطريات والبكتيريا والطحالب والديدان والبروتوزوات ، علاوة على المراتب الأعلى من الحياة كالسلاحف والضفادع .

وقد انضم الدكتور ويلكس ، أستاذ علوم الحياة في كلية جنوبي غربي تكساس ، في عام ١٩٤٩ ، إلى فريق الباحثين بالسلاح الجوي . وهو أحد العلماء الذين يبحثون عن أنواع أخرى من المملكة النباتية ، قد يتضح تفوقها في ناحية أو أخرى على الطحالب التي لقيت أعظم اهتمام من أكثر باحثينا . وهو يعمل بكبد ونشاط في معمل على البيئة (الإيكولوجيا) بمدرسة الطب الفضائي الجوي ، في محاولة لكشف إمكانات النبات المعروف باسم حشيش البط ، الذي يختلف عن الطحالب في أنه يتركب من خلايا كلوروفيلية ، وفي استطاعته أن يعيش على أساس التخليق الضوئي . وهي تتكاثر بسرعة كبيرة ، مما يجعلها من الأهمية بمكان بالنسبة للأجهزة البيئية في سفن الفضاء ، وتمتاز عن الطحالب بطعمها المقبول لدى الإنسان .

ويقول الدكتور ويلكس وعلى وجهه كثرة ظاهرة إن : « في الإمكان تحضير طبق شهى من السلطة من هذه الحشائش طازجة ومتبلّة » . على أنه في الإمكان تحضير حبوب من حشيش البط المجفف بطحن النبات وضغطه في قوالب على شكل الحبوب . فإذا كنت تحب الحشيش المجفف فهو طعام عظيم ويضيف الدكتور ويلكس . « إن نتائج التحليل المبدئي قد أوضحت أن لحشيش البط قيمة غذائية عالية . فهو يحتوي على نسبة عالية من البروتين ويحتوى على نسبة من الدهون والكاربوهيدرات وكل الأحماض الأمينية الضرورية . وعلينا أن نقوم ببحث دقيق في مجال التغذية لإمكان المفاضلة بين الطحالب وحشيش البط .

وعلينا أن نسرع إلى القضاء مع فتح جميع الأبواب والنوافذ على مسرعاها لكي نقرر مدى تقدم بحوثنا في هذه المجالات وغيرها من المجالات التي تعنى باستخدام النباتات في جهاز بيئي متقل . ولن تكون نتائج هذه العملية أسواء بأى حال من تكليف فريق من الرجال بالقيام برحلة طويلة دون دراسة وافية للأجهزة البيئية .

على أننا ندرك أن هناك معدلات مختلفة في نمو بعض الحياة الحيوانية التي تبدو منتعشة على فضلات الكائنات البشرية ، الجامدة والسائلة . إلا أننا نفتقر لسوء الحظ إلى البحث في طبيعة هذا النمو . وقد بدأ هذا البحث فعلاً ضمن برامج منظمة للبحث فتحت لها الاعتمادات المالية . كما أننا ندرك أن أنواعاً كثيرة من الميكروبات تعبر عن اعترافها بالجمل الذي تقدمه لها فضلات الإنسان ، وذلك باستعراضاتها على هذه الفضلات ، ولو أننا لاندرك الكثير عن تقسيم كل هذه العمليات تقسيماً مضبوطاً .

وقد أوضح روبرت تيشر ، رئيس قسم الميكروبيولوجيا بجامعة ولاية

ميسبي : « أننا لا نعلم شيئاً عن الأنواع التي يمكن أن تسود في الدورة للقفلة ، أو عن احتمال الاعتماد على الأنواع التي تسود فعلاً في إمدادنا بالتحويلات الكيميائية الحيوية الضرورية ضماناً لاستمرار التغذية للكان الحى التالى .

« ومعنى هذا ، من الناحيتين الكيماوية الحيوية والميكروبيولوجية أن البحث الذى يؤدى بنا إلى دورة غذائية ناجحة لا يقل بأى حال من الأحوال عن مستنقع على .

ومما لاشك فيه أن أصاب الجماعات عوداً بين الباحثين في عصر الفضاء هم أولئك الذين يضغطون على أنفسهم ويتماسمون للواد التي تنتج في الاختبارات التي تحول فيها فضلات الإنسان إلى مواد تصلح للأكل . هؤلاء هم الأبطال المجهولون في هذا المجهود البحثى القريد (مع أنهم كثيراً ما شوهوا في مواقع الاختبار وهم يبتعدون مسرعين ، عاجزين عن التغلب على رغبة معداتهم في طرد ما يعتبر ، من الناحية الميكولوجية ، ورطة مربعة تعاقها النفس) .

والحاجة ماسة إلى فصل الطحالب غير المحكومة وغيرها عن النباتات التي تنتج وجبات محكومة مقبولة الطعم . فلا فائدة تذكر من إنتاج جهاز يكون طعاماً يؤكل دون قبول ، والتفكير في فريق من ملاحى الفضاء يسبحون في ظلمات الفضاء وهم يموتون جوعاً بينما تكتظ من حولهم الأطعمة التي تعاقها النفس وتثير الغضب .

ويشير تيشر إلى أن الطحالب تنمو في درجات من التشبع بفضلات الإنسان تمتد من واحد إلى مائة في المائة تقريباً . على أن بعضاً من الطحالب تحيل هذه الفضلات إلى أكسجين وروتوبلازم الطحلب ، تاركة وراءها خليطاً معقداً من الأغذية التي لا بد من استخدامها في الأجهزة البيئية .

ولنضرب مثلاً لسلسلة الحياة في الدورة البيئية الثقيلة داخل سفينة الفضاء ... تبدأ بائتماش الطحالب في حاميها الغذائي للكون من فضلات الإنسان ، وإمدادها بقدر كاف من الإشعاع لإسراع النمو . وبعد أن تؤدي الطحالب عملها في تحليل الفضلات ، تقوم البكتيريا بمهاجمة ما يتبقى من المواد الغذائية وامتصاصها . ثم يأتي بعد ذلك دور البروتوزوا التي تلتهم البكتيريا . ومن هنا تنتقل إلى مرتبة أعلى من مراتب الحياة ، لها القدرة على الحركة .

فهل رأيت في حياتك حيوانات قشرية دقيقة وهي تعمل ؟ لقد رآها كثيرون دون علم بها . فبرغوث الماء العادي يتصف بسرعة الحركة وشراسة الشبيهة (وهو حيوان قشري دقيق) ، وفي وسع سرب من هذه المخلوقات الدقيقة أن تشق طريقها في ساعات خلال كل الطحالب الموجودة على بركة راكدة .

والآن ماذا يحدث بعد أن أدت البراغيث عملياتها الاتهامية ؟ إلا أنه من حسن الحظ أن هذه الحيوانات الدقيقة الشرهة التي تشبه السوس ، متخلقة في عملياتها الهضمية . فلا تكاد تظهر البركة حتى تمتلئ بطونها بالطحالب غير المهضومة . فإن القشرة الخارجية للطحالب هي السبب ، ويؤدي ذلك إلى أن تصبح هذه البراغيث المنتفخة في الواقع تجمعات طافية من الطحالب تلتصق في صورة حزم مفردة .

وتتركز الحيلة الآن في تحويل هذا البرغوث المترهل إلى حياة جديدة من مرتبة أعلى . ومن الطرق التي تؤدي إلى هذا (ولو أنها حيلة دقيقة تحت ظروف انعدام الجاذبية) إدخال هذه للمرتبة العالية من الحياة . والحل في هذه الحالة ، قبل أن نخرج من البيئة السائلة ، هو السمك . ومن حين الحظ أيضاً أن هناك أنواعاً كثيرة من السمك تستطيع أن تعتمد على الإبقاء على حياتها

غالبًا ، أو كلية في بعض الأحيان ، على الطحالب . نعم ، قد يحدث أن لا تصطاد الطحالب بالذات طعامًا لها ، ولكنها تشتهى براغيث الماء التي تشتهى بدورها الطحالب وهكذا .

وقد تيسر لنا بهذه الوسيلة جهاز يقدم لنا حياة نباتية ، في وسعنا ، بإمكانات مناسبة ، أن نطحنها إلى مسحوق . ثم بُتِّبَلَهَا بالثوم أو بأية بهارات أخرى ، ونكبسها إلى حبوب مغذية للإبقاء على الحياة . نعم قد لا تلقى قبولاً عند خبراء الأطعمة ، وقد يقتضى ذلك منا إضافة شرط على مؤهلات رائد الفضاء ، كأن تكون له معدة من حديد علاوة على مهارته التكنولوجية .

على أنه كلما زاد التعمق في دراسة هذا الجهاز زادت سرعة تضخم التعقيد وتعدد المشاكل الجديدة . فها نحن لم نفعل أكثر من خدش سطحى لنوع ومدى البحث الذى يتطلبه هذا المجال بالحاح . فلا بد أولاً من اختيار وتكييف الطحالب المناسبة أو أى نبات مناسب آخر ، كما أنه من اللازم دراسة مدى نمو وتكاثر هذه الحياة النباتية تحت ظروف الجاذبية الكبيرة التى تصل إلى ٨ ج أثناء الصعود خلال جو الأرض . ثم ما هو تأثير انعدام الوزن على النبات بعد أن تدخل السفينة مدارها ؟ فهل يبقى النبات (وغيره من عناصر السلسلة البيولوجية التى تقوم بينها) على قيد الحياة تحت ظروف الطيران الحزمى مدى أيام أو أسابيع أو شهور ؟ أو هل يطرأ على تركيبه أو تركيبها تغيرات من الأهمية بحيث تؤثر على قيامها بوظائفها وتحطم السلسلة البيولوجية الحساسة لسفينة الفضاء ؟ ثم ما هو تأثير الإشعاع الذى يتوفر فى الفضاء ؟ ماذا يكون لطوفانات الإشعاع الشمسى من غواصف بروتونية وتفاعلاتها مع الأحزمة الإشعاعية التى تطوق أرضنا ، وغمر السفينة الفضائية وما حوت بفيض من الإشعاعات الكونية أو الإشعاعات التى تصدر من بين النجوم ؟ وماذا تعدها التغيرات الخفية التى لا تتكشف إلا بعد مضي ستة شهور ، وعندئذ لن

توفر لدينا الوسائل التي نعلم بها السلسلة البيولوجية إلى أن تصل إلى الأرض؟

إنه لجليل أن نتحدث ببساطة ولطف عن هذه السلسلة البيولوجية وأجزائها المنفصلة . ولكن من يدري ماذا تفعل براغيث الماء في بيئة لا وزن لها ؟ وماذا يفعل السمك بعد أن يفقد وزنه ؟ وإذا كان لابد من حفظ السمك في وعاء محكم القفل لمنع الماء من الطرشة بلا حساب في حيز القمرة ، ومنعه من العطف في أرجائها ، فماذا يواجهنا من مشاكل في حوض يخلو من حيز هوائي بين الماء وغطاء الحوض ؟ وكنا نود أن نقول بين الماء والجانب العلوي للحوض ، إلا أننا في هذه الحالة تحت تأثير انعدام الوزن حيث لا معنى للجانب العلوي أو الجانب السفلي .

على أن هناك من ينظرون بفرح كبير إلى هذا الجهاز أو النظام الذي لا يفصل بين الإنسان فيه وأكل براغيث الماء في الفضاء سوى خطوة واحدة عن طريق السمك . فها هم علماء النفس يجاهرون بأنه لن يمضي وقت طويل حتى يصبح التدريب ، مهما بلغ من الدقة والعناية ، عاجزاً عن الإبقاء على قوة الروح المعنوية لرجال الفضاء . فلن يعودوا يهتمون بالمهارات المطلوبة منهم ، وسيتحولون من ملاحين على درجة عالية من التدريب إلى فريق من البلداء المستهترين ، يتجولون بلا اكتراث في أرجاء قمرتهم وقد أصابهم الملل من وجباتهم الحشيشية التي تخلو من الطعم دون أي اهتمام بما يحدث بعد ذلك . فليس في وسع الإنسان أن يظل فرداً منتجاً للطاقة والمهارة في جو من الاضطراب والتواتر يعيش فيه يوماً بعد يوم ، وخاصة عندما تبلغ مشاكلة النفسانية هذه الدرجة من التعقيد ، علاوة على ما تتطلبه مهنة ارتياد الفضاء من واجبات ربما تتعرض له من أخطار .

ولابد من أن يؤدي ذلك إلى تحييد فكرة وجود مراتب أعلى من الحياة على ظهر سفينة الفضاء إلى أن يبدأ واحد منا يسأل أين سفينة الفضاء ؟ وكيف وصلنا في تفكيرنا إلى هذه المزرعة الخيالية ؟ وهاهو الجهاز البيولوجي يزداد حجماً واتساعاً وتعقيداً بسرعة مخيفة ، تجعل منه طريقة لاتصلح لحل مشاكل دخل الإنسان وخرجه . إلا أنه لم يمكن لسوء الحظ التوصل إلى طريقة أفضل . على أن الماعز حيوان غير متعنت في تناول طعامه ، ولا شك في أنه لا يمانع في مضغ كثير من الفضلات التي تنتج داخل أية سفينة للفضاء ، يطفو فرحاً في حيز السفينة وهو يهضم طعامه ، فيحول الفضلات إلى نوع من اللحوم يتلف لتناولها رجل الفضاء الذي يعيش على حشائش البحر المطعونة . ولنفرض عنزاً متوسطاً يزن حوالي ٩٠ رطلاً . فمن الواضح أن هؤلاء العلماء ، الذين يصنعون باستخدام الماعز لسفن الفضاء ، لم يقضوا معه وقتاً كافياً ، وإلا لأدركوا أن هؤلاء الأصدقاء ذوي القرون يفرزون من الروائح الكريهة ماتصافه الأنوف . كما أن طباعها أنفزع مما يقبله المجتمع العنيف في سفينة للفضاء محدودة الحجم ، ويطلب أن يصل الغضب بأحد روادها إلى حد ذبح العنز قبل أن يتم مهمته في تناول الفضلات وقبل أن يكون على استعداد للضربة القاضية . فإذا ما حدث هذا فقد يبلغ إنتاج العنز الذي كان يزن تسعين رطلاً ، خمسة وعشرين إلى ثلاثين رطلاً من الأطعمة الصالحة للأكل . أما سلخ العنز وتنظيفه وتحضيره وطبخه ، في ظروف انعدام الوزن ، فيعتبر عملاً من الأعمال الفذة التي تنال قسطاً كبيراً من التصفيق الحاد لم يحظ به أرقى لاعبي البيروانات .

فإذا تم كل شيء ، وبقي الدم والحولفر والقرون والأحشاء والجلد والسوائل وباقي الذبيحة ملقاة أوطافية في أرجاء القمرة ، فإذا استطيع الفرد أن يعمل بها ؟

وسرعان ما نعود إلى الشا كل الأساسية . فكفاءة العنز محدودة في تحويل الطاقة . ولا بد من أن يكون الخلق ، الذى تتطلبه رحلة طويلة إلى أعماق الفضاء ، قادراً على تحويل ١٠٠ فى المائة من المرحلة السابقة فى السلسلة البيولوجية ، ولا بد له فى نفس الوقت أن يكون من الممكن استهلاكه كاملاً . وهذا هو السبب الذى لقى السمك من أجله كل هذا الاهتمام فى مجال البحث . ومهما كانت الإجابات على هذا السؤال ، فإن الفرد منا لا يقبل راضياً أن يدخل سلسلة واسعة معقدة من الوسائل التى تمتد للإبقاء على حياة الإنسان عن طريق امتصاص فضلاته لتنتج منها مواد يقبل الإنسان على ابتلاعها . وهنا يبدأ الإنسان فى تخيل تجمعات هائلة من الأوعية المليئة بالفضائض وأكواب مائية بالرغوات عندما يصورهم طارده البروتوزوا للبكتريا ، ثم الهجوم الوحشى الذى تقوم به براغيث الماء الجوعانة ، ثم اعتداء السمك للزريع على هذه البراغيث ، بينما يقف الإنسان متفرجاً على هذه السلسلة من الحوادث البيولوجية ، ينتظر حتى يحفر وجبتة من الحشائش المحققة ، والأسماك الخاملة ومراقبة درجة الحرارة ، ومرور الماء ، والكيمائيات ، والمقتضيات الميكانيكية والكهربية للجهاز ، وغيرها من أمور ضرورية منتظمة — هذه كلها أعمال لا تتطلب وجود مجرد رائد للفضاء ، بل مزارع للأحياء للمائة عديمة الوزن ، يتوفر فيه التيقظ فى كل وقت لمنع أى تدخل منها قل شأنه مع أجهزته . ولن يكون من السهل فى هذه الحالة أن يجد الإنسان مصيره بين النجوم . إلا أن أشياء أكثر غرابة قد حدثت مرة أخرى .

وكثيراً ما أثير هذا السؤال : لماذا لا تنحصر من الفضلات التى لا تصلح للاستخدام بإلقائها على ظهر سفينة الفضاء — لا بل خارج سفينة الفضاء ؟ إنه من السهولة بمكان أن نفعل هذا . إلا أنه فى ظروف الطيران الفضائى ، الفريدة فى نوعها ، والظروف التى تطير فيها سفينة الفضاء طيراناً حراً بين العوالم ،

فإن التخلص من الفضلات بقذفها خارج السفينة لا يؤدي إلى التخلص منها بتاتا .

فمن الجائز أن تكون سفينة الفضاء منطلقة من الأرض إلى المريخ ، إلا أن هذا الانطلاق مضر للإنسان . فإن الرجال لا يشعرون بأى إحساس للحركة بطبيعة الحال إلا إذا نظروا إلى الشمس التى يصغر حجمها ويقل لمعانها يوماً فيوماً ، أو إلى النجوم التى يبدو عدد قليل منها وكأنه ينتقل من مواضعه ببطء شديد . ولو أنه لم ينظر إلى هذه الأجرام السماوية لما كانت لديه فى الواقع أية وسيلة لقياس أى حركة بالمرءة ، ولشعر أنه معلق فى مالا نهاية له بالرغم من اندفاعه فى الفضاء اندفاعاً حراً .

ولكن السفينة تجرى ، وبسرعة تبلغ عدة آلاف من الأميال فى الساعة الواحدة . فإذا قذفت أى شيء من سفينة الفضاء تحرك بعيداً عنها فى اتجاه يميل عليها ، ثم يأخذ فى الدوران متجهاً نحو السفينة مرة أخرى . ولما كانت السفينة تعمل معها فضلاتها ، فإن إلقاء تلك الفضلات لن يغير فى كية تحرك السفينة . فالإلقاء لا يؤثر إلا فى إكساب الفضلات حركة زاوية طفيفة ، ولكنها تبقى ملازمة لسفينة الفضاء التى يقع فيها مركز ثقل كونها الجذبى .

وقد حدث فى عدة طيرانات من رحلات ميركورى أن ألقى رواد الفضاء من السفينة قيراً صناعياً مضيئاً ، دفعه بعيداً عن الكبسولة زنبرك قوى . وكان رواد الفضاء يراقبون هذا القمر المضىء عندما ينطلق من الكبسولة فى محاولة لتعيين بعده ومسار انطلاقه (لاختبار الإحساس بالعمق تمهيداً لعملية التلاقى فى المدار فى برنامج جيمينى) .

وفى الرحلة التى قام بها جوردون كوبر اختفى القمر المضىء نهائياً من مجال النظر . إلا أنه عاد فظهر مرة أخرى بعد عدة ساعات يدور حول الكبسولة

ميركورى في مدار واسع . فقد اختار هذا القمر لنفسه مداراً حول الكبسولة لم يكن للأرض أى تأثير عليه .

تركيبة فريدة من نوعها . تدور شمسنا في مدار حول مركز يقع في عالم الحجرة (طريق التبانة) ، الذى تنتمى إليه مجموعتنا الشمسية التى تعد من العوالم البعيدة فيه . وهاتين تقدر السرعة للدائرية للشمس بمقدار ٢٠٠ر٧ ميل في الساعة . ثم تدور الأرض في مدار حول الشمس بسرعة ٦٦ر٠٠٠ ميل في الساعة . وأخيراً تدور الكبسولة ميركورى حول الأرض بسرعة قدرها ١٧ر٥٤٥ ميلاً في الساعة . وفى النهاية ، إكمالاً لهذه السلسلة من الأجرام السماوية يأتى دور القمر للمضى الذى يدور حول الكبسولة ذاتها .

ولنعد الآن إلى سفينتنا المنطلقة نحو المريخ وفضلاتها للقفزة منها . فلأن هذه الطريقة استخدمت فى التخلص من الفضلات فى رحلة طيران طويلة خلال الفضاء ، فلن يمضى وقت طويل حتى تصبح سفينة الفضاء أشبه برأس النيزك — عبارة عن كتلة جامدة تحيط بها أسراب من المخلفات الكريهة . فهما كان نوع هذه المخلفات التى تلتقى بها من السفينة ، سواء كانت فضلات بشرية أو غازات ، فإنها سوف تتحرك بعيداً لتتخذ لها مداراً حول سفينة الفضاء . وقد وجد بالحساب أن فى وسع هذه الفضلات والمخلفات فى مدة عدة شهور أن تلوث مناظر الكون .

على أنه من الممكن التخلص من الفضلات البشرية بطريقة لا ينفّر منها أولئك الذين يهوون للمناظر الجميلة . ففى الإمكان طعننا إلى مسعوق دقيق ثم كبسها ، على أن تحرق بعد ذلك بشرارة كهربائية قوية تحولها إلى ما أطلق عليه أحد علماء السلاح الجوى إسم الأيونات الحرة . وقد حاول عدد من الطيارين اختبار هذه الطريقة فى التخلص من فضلاتهم ، فما كان منهم إلا أنهم وجدوا أنفسهم مدفوعين إلى وصف غرفة الاختبار بأنها غرفة الدخان الأزرق .

إلا أن هذه الوسيلة التي كانت في مناسبة ما مجلبة للطرب ، أصبحت في مناسبة أخرى كارثة عندما تفجر جهاز الاختبار فجأة بوابل من الشرر اللامع واندلعت فيه اللهب . وهو شيء بعيد كل البعد عن أن يكون مجلبة لهدوء أعصاب فريق ملاحى سفينة الفضاء وهم على بعد يزيد على عشرين مليون ميل من أى شيء في الكون .

سفينة الفضاء تتآكل :

أشرنا في موضع سابق من هذا الباب إلى اقتراح تقدم به فريق من العلماء الباحثين أنه من الجائز أن تبقى بعض أجزاء سفن الفضاء في المستقبل من مواد معينة يمكن قطعها في حالة الطوارئ ليأكلها سكان السفينة . وقد كان هذا الاقتراح عندما وضع منذ بضع سنوات أقرب إلى الحقيقة مما كان يتوقعه كثير من الناس . وقد كانت أجزاء سفينة الفضاء ، الصالحة للتناول ، موجودة بالفعل في ربيع ١٩٦٣ بفضل الجهود التي كان قد بذلها الدكتور سيدنى شوارتس الذي يعمل في شركة جرومان للطائرات . وكان هذا بمثابة الفرج للذين تطوعوا للاختبارات اللابطولية التي أجريت على أجهزة سفن فضاء المستقبل ، إذ وجدوا في علاج شوارتس لمشكلة الطعام وجبة لها مذاق جيوب الإفطار الممزوج برائحة الموز .

على أن مادة شوارتس مادة مدعشة من حيث طرق استخدامها . فهي بمثابة خطوة واسعة سريعة ، لا من حيث استعمالها في سفن الفضاء المستقبلية على هيئة لوحات التركيب في القمرات أو المقابض أو المفاتيح أو الأيدي أو الأرفق وغير ذلك من المركبات فحسب ، ولكن فوق ذلك من حيث استعمالها كأجزاء من طائرات خفيفة . وفي هذا المثال الأخير تصلح أجزاء الطائرات ، المصنوعة من مادة شوارتس للبناء والأكل ، وجبات لركاب الطائرات إذا

ما وقع لهم طارىء اضطرم لهبوط في مكان معزول يتقون فيه بضعة أيام أو أسابيع.

ومادة شوارتس أجهد من قوالب البناء ، وفي الإمكان ثقبها وخرطها وتشرها وتشكيلها بالآلات ، كما يمكن سبكها وثنيتها وسحبها . كل هذا بفضل الدكتور شوارتس الذي أتم أول عملية للطبخ على بضائع اشتراها من بقال محلي كلفته أقل من خمسة دولارات . فلما أتم طبخه كان قد استخدم دقيق القمح ونشاء الحنطة ومسحوق اللبن ومسحوق الموز وجريش الذرة (والأخير يعد المعجن بالقوة والتماسك) ، فإذا خبزت هذه المعجينة لمدة تسع دقائق في مكبس مائي ، تحولت إلى مادة بلورية تحتوي على ما يقرب من مائة سعر من الحرارة لكل أونس (١) ounce .

ومن البساطة بمكان تحضير وجبة الطوارئ من هذه الطبخة . إذا تكشط المادة من جدران سفينة الفضاء ، ثم تنقع في ماء (١٨٠ درجة فهرنهايت) مدة ساعتين ونصف ، أو في ماء في درجة حرارة الغرفة ، إذ لم يكن الماء الساخن متاحاً .

وتتماز هذه المادة بإمكان استهلاكها في وقت الطوارئ حتى إذا لم يكن الماء متاحاً (كما يحدث في حالات تحطيم الطائرات) . ففي الإمكان طعن مادة شوارتس بقطعة من الحجر ، ثم سحقها أو تكسيدها بالسكين (أو بأية آلة حديدية) ، لتؤكل جافة .

كأتماز مادة شوارتس خاصة من حيث أنها خطوة أساسية في الانتقال من المواد التي تحضر عادة للاستخدام في الطيران الفضائي . ولا تكلف سوى اثني عشر سنتاً لكل رطل منها .

(١) الأونس يساوي ثلاثة أرباع الأوقية أو حوالي ٢٨ جراماً .

الطباع في الفضاء :

اقتنع علماء النازا بأنهم قد وصلوا إلى حل لمشكلة من أخطر مشاكل الرحلات التي تنطلق من الأرض — اختزان فضلات الإنسان . ولكنهم سرعان ما يذهبوننا إلى أنهم يقصدون الرحلات قصيرة المدى دون الرحلات الطويلة المدى التي تستغرق عدة شهور ، والتي مازالت حتى الآن موضوعاً للشك والجدل .

ويشير جيمس كورييل وولتر جاي ، اللذان يعملان في مركز سفن الفضاء المحملة بالبشر ، التابع للنازا ، إلى معالجة فضلات الإنسان ، سواء في بدلة الضغط أو القمرة فيما يختص بسفينة الفضاء جيميني ، فيقولان إنها ربما كانت أكثر مشاكل الإبقاء على الحياة تعقيداً في برنامج جيميني . وهما هما يقدمان تقريرهما عن البدلة :

« لقد صمم جهاز التهوية في بدلة الضغط بحيث يدخل الغاز في غرفة عند الوسط ليوزع منها مباشرة إلى منطقة الوجه والذراعين والساقين ، ثم يخرج في النهاية من الوسط ، وهو في هذا يختلف عن جهاز ميكوري الذي كان الغاز يخرج فيه من عند القبعة . وتتماز هذه الطريقة بمنع احتمال استنشاق رائحة الفضاء للغازات السامة أو روائح الجسم الكريهة . والجهاز مصمم بحيث يوزع الأكسجين باستمرار ، إذا ما رفعت القبعة ، ناحية منطقة القم والأنف . ولما كان اللبس الجزئي يتضمن مضايقة رجل الفضاء بالجزء الأكبر من البدلة ، فإن مشكلة التخلص من الفضلات لازالت مشكلة صعبة . على أن لبس البدلة يتم عن طريق سوستة محكمة تمتد من تحت البطن تماماً حتى مفرق الساقين ثم ترتفع ثانية إلى الظهر حتى مفصل القبعة . وبهذا تقوم السوستة بتيسير عملية التبول والتبرز . وقد كان من المقرر في الفترة الأولى من البرنامج أن تصميم

جهاز معين للتخلص من الفضلات ، يكون جزءاً مكملًا لكروسي اللفظ ، قد يؤدي إلى تنفيذ تصميم الكروسي وتأخير تنفيذ البرنامج - وعلى ضوء هذا بدى بتنفيذ نموذج لما يسمى « كيس التبرز » لاستخدامه في سفن الفضاء ميركوري الضيقة - وهو جهاز يمتاز ببساطة استعماله ، يحوى مادة كيميائية معقمة ، ومن السهل إحكام قفله وحزمه بعد الاستعمال . ويؤدي العمل المزدوج الذى تقوم به هذه السوستة إلى عدم الحاجة إلى لبس جهاز دائم لجمع البول على النحو الذى اتبع من قبل في برنامج ميركوري - فبمجرد أن تصل سفينة الفضاء إلى المدار ، ينزع جهاز الجمع هذا الذى استخدم في مرحلة البقاء على قاعدة الإطلاق . أما الفضلات التى تخرج بعد ذلك فتنتقل بطريقة فريدة في نوعها إلى جهاز التحكم في البيئة . وسوف تساعد طريقة النقل هذه أيضاً على جمع عينات لتعليقها بعد كل عملية طيرانية .

ويؤكد الاهتمام الواسع الذى حظى به موضوع التخلص من الفضلات (عبارة تبدو مخصصة للبقاء مع العنوان « غرفة الراحة ») أهمية الوصول إلى حل هذه المشاكل في أسرع وقت ممكن . وقد أشار علماء النازا إلى أن محاولة تضمين مستودع الفضلات في كروسي اللفظ بسفينة الفضاء جيميني « يمكن أن يؤدي إلى تعقيد خطير في تصميم الكروسي وتأخير البرنامج » . كما أن مناقشة مشاكل معالجة الفضلات أمام لجنة منبعثة من الكونجرس ، مع ما حدث من تأخير لبرنامج جيميني عن مواعيده المقررة بما يزيد على سنة كاملة ، لن يؤدي إلى تقييم طيب لإدارة البرنامج .

وقد يذل كل من الكولونل فرايس دف والكولونل توماس كولينز ، الذين يعملان بمدرسة الطب الفضائي الجوي ، جهداً كبيراً لتوضيح مجال آخر من المشاكل المستقبلية التي لم تحسب بقسطٍ وافرٍ من المناقشة في عرض برامج الطيران الفضائي في المستقبل - مثل موضوع انتشار العدوى بين ملاحه

القضاء . ويتضمن هذا المجال مشكلة الأمراض القابلة للانتقال . فكم تبلغ درجة الارتباك لو انتشرت الحصبة بين رجال القضاء وهم في منتصف الطريق بين الأرض والريخ !

ويمتد القلق الذي أبداه عالم الطب بالسلاح الجوى اتخاذ كل خطوة ممكنة لضمان منع عمليات العدوى الحادة من أن تقع بين الملاحين وهم بعيدون عن الأرض . وهما يؤكدان أن من أهم الواجبات الحيوية اتخاذ الإجراءات الاحتياطية والدراسية للكشف عن رواد القضاء القابلين للإصابة بالأمراض المعدية الحادة التي لم تتح لها حتى الآن لقاحات يعول عليها . وهما هي الحصبة مثل هذه الأمراض .

وعلاوة على هذا الاختيار لرواد القضاء فلا زلنا نحاول تعيين آثار هذه العدوى الخفية المعتدلة التي قد تشتد في مختلف الظروف التي تتوفر في رحلات القضاء وتصيب الآخرين بالعدوى ، وتجلب الضرر لرواد القضاء . ومن هذه الطوارئ الأمراض الجلدية ، والفطرية ، والتهابات الأذن الخارجية ، والقوبة المفردة ، والتهيج الناشئ عن الدورة الإبرية . كما أن وجود النسيج اللغواوي اللوزي ، الذي قد يكون حاجزاً واقعياً ضد العدوى الغزوية ، قد يكون بالرغم من هذا بمثابة مستودع للميكروبات المعدية التي قد يتأثر بها أعضاء آخرون من فريق الملاحين .

على أن الإجراءات الوقائية التي ينادى بها علماء السلاح الجوى تتطلب بعضاً من أعجب الوسائل لإكساب للناعة — الأمر الذي يجعل ملايين المحاربين القدماء يقتفون الصعداء لعدم ورود أسمائهم في قوائم رواد القضاء .

كما أنهم ينهبون إلى الظروف المعدية على ظهر سفينة القضاء التي تستطيع أن تضر بالصحة البدنية والعقلية بعد استبعاد الميكروبات المعدية . ولذا كانت ديناميكا المجموعات من أهم المجالات الجديدة للدراسة — ألا وهما الفصل

السيكولوجي ، لا للفرد وحده ، ولكن لفريق ملاحى الفضاء كوحدة مفردة .
وها هما العالمان الطيبان يحذرا هنا « من أن الروائح البدنية القوية ، والغازات
التي تخرج من بعض أعضاء الفريق ، قد تسكل رفضهم لتفادي ما يقوم به
الآخرون من الخط من قدر أدائهم نتيجة للإثارة وقد الشبهة والغثيان . كما
أنه لا بد من ملاحظة العادات للهيجة وصفات الفطرية وتقييمها ، فقد يكون
من السهل انتقالها إلى بقية المجموعة » .

وقد عبر أحد المحاربين القدماء ، كان قد قام برحلات طويلة في الغواصات ،
عن هذا بلباقة ، فقال : « إذا غمست أنفك في منضدة المطعم فقد تصاب بالطفة
على فمك » .

فهل ياترى سيقومان بتأليف كتاب عن آداب السلوك في الفضاء ... ؟

الفصل الحادى عشر

الراغبون فى الفضاء

ألم يكن برترندشو هو الذى قال منذ وقت مضى إنه
يؤكد ما كان يفعله سكان العوالم الأخرى ، ولو أنه كان
مقتنعاً تمام الاقتناع بأنهم استخدموا الأرض مستحق
للأمراض العقلية ؟

لقد نظر العلماء إلى استكمال ملاحى سفينة الفضاء مع آلاتهم نظرة تقدير
باردة خالية من العواطف بالرغم من ميول الإنسان إلى احتياجاته وإمداداته
السيكولوجية فى أى جهاز لسفينة الفضاء . فلم يمد هناك وجود لقيمة الإنسان
ممثلاً فى الإنسان نفسه ، وأصبح يقيم بنافعيته وبما يؤديه كجزء من جهاز
متكامل لسفينة الفضاء . وبهذا أصبح الإنسان ، شأنه شأن المركبات الأساسية
فى أية سفينة فضائية ، أصبح معرضاً للاختبارات الواسعة المنظمة والمرهقة أحياناً
حتى يمكن تعيين أعلى درجات وثوقيته . وقد اتضح فى برامج الاختبارات
المتعددة ، المعقدة والمتشابكة ، أن أعظم تهديد لأداء الإنسان الموثوق فيه
لا يمكن بكليته فى الفضاء بصفته مكاناً بعيداً عن الأرض ، مكاناً له صفاته
وخصائصه الفريدة من حيث أداء الإنسان . فإن عدو الإنسان الدائم — على
غير ما نتوقع — هو الإنسان ذاته .

على أنه يبدو ، لحسن الحظ ، أن هناك عدداً لا حصر له من الشباب الذين
يستمعون بصحة ممتازة ، ويرغبون فى تقديم أنفسهم على مذبح العلم ، يتقدمون
عشرات بعد عشرات إلى المعامل التى تنتظرهم فيها مختلف أنواع الأجهزة
والآلات الشيطانية لتشرع فى كى هذه المجموع البريئة ، ويجميدهم ، وإرعاشهم ،
وصنعهم ، وخنقهم ، وهرسهم ، إلى غير ذلك من طرق التعذيب والتذويب .

وهام أشخاص الاختبار أنفسهم يمثلون أهم عامل يحدد مدى هذا الاختبار .
وقد حدث أثناء أحد الاختبارات أن سحب أحد الشبان بسرعة من غرفة
العزل لأنه :

« على حين فجأة بدأت لوحة الآلات تنصهر ببطء في بادئ الأمر ، ثم
بسرعة متزايدة خلال ثوان أو دقائق ، إلى أن انتهت الأمر بلوحة الآلات
بأن تساقطت منها قطرات سائلة على أرضية الغرفة . وقد أدى بي هذا إلى درجة
فظيعة من الفزع لآني كنت أحاول أن أرفع درجات مهارتي بينما كنت أقوم
بمراقبة أجهزتي التي لم أتمكن من قراءتها ، فقد كانت تنصهر وتساقط منها قطرات
سائلة على أرضية الغرفة » .

إلا أن شيئاً من هذا لم يكن قد حدث . فقد حدث هذا في مخيلة الشاب
الذي بدأ ، بعد عزله مدة ثلاثين ساعة ، في غرفة صممت لتأكيد الإحساس
بالوحدة ، بدأ يسرح بأفكاره بلا هدف . وقد بدأ إحساسه بالوقت يهجره ،
تاركاً إياه بعد أن أثاره السكون المستبد إلى حد أن شخص الاختبار استطاع
أن يسمع ضربات قلبه في شدة صوت المرئية الآلية ، ويسمع الدم وهو يجري
في أذنيه . فقد تطور كبت الصوت في غرفة صماء ، لا تحدث أي صدى
للأصوات ، إلى فن رفيع ، وأصبح في وسع علمائنا أن يقطعوا من الإنسان كل
صلة بالعالم الخارجي العادي .

وقد واجهنا في إحدى تجارب العزل الكلي الإجباري عاملاً لم نكن
نتوقعه . ففي اليوم الثالث من الرحلة للقلادة توقفت عن العمل آلة التصوير
التليفزيوني التي كانت موجهة نحو شخص الاختبار . وكان قد لوحظ تدهور
متزايد في خلال الشخص الطيبة ، يصحبه هياج حاد انتهى بهجوم عدائى
لم نتمكن توقعه . فلما توقفت آلة التصوير التليفزيونية قام الشاب بتسجيل
انفعالاته في مذكراته قائلاً :

« لم أستطع تحاشي رؤية ثقب المراقبة للربع الصغير الذي كان ضلعه نصف بوصة ، في لوح زجاج التليفزيون الشبيه بالمرآة ، وهو يفتح ويغلق مرات كثيرة . أعتقد أنهم يراقبونني بأبصارهم بدلاً من مراقبتي بآلة التصوير التليفزيونية . »

وبعد مضي ثلاثة أيام أخرى - أي في اليوم السادس من الرحلة المقلدة - أضاف إلى مذكراته التعليق الآتي :

« ها ! لقد رأيت بنفسى واحداً يتجسس على من ثقب الباب . إنه لموقف سخري أن يتجول الناس من حولي للتجسس على من خلال الثقوب الصغيرة . »
وقد كان شخص الاختبار في اليوم الثالث ميالاً للتعاون بأداء أعمال وكلت إليه . فلما تلقى إشارة في نفس اليوم الثالث بأن يعيد وصل قطبي راسم القلب الكهربائي ، أضاف إلى مذكراته :

« أرسلت إليهم إشارة بأنى سأفقد هذا بعد انتهائى مما كنت أفعله حينئذ . هؤلاء الناس الحمقى . فلما فرغت من عملى أعدت استخدام قطب الكتف الأيسر . أما قطب الكتف الأيمن فيبدو أنه يقوم بوظيفته على وجه مرض . وصلتني إشارة الرضا عن قطبي راسم القلب الكهربائي . »

وبعد ثلاثة أيام أخرى (اليوم السادس من الاختبار) تلقى أمراً بإعادة استخدام أقطاب راسم القلب الكهربائي . فكان رد الفعل على هذا التعسف (كما ورد في مذكرته) مذهلاً :

ها ! لقد عرقتها . وصلتني إشارة تبديل الأقطاب . لا يختل أبداً ، باق سبع عشرة ساعة في هذه العملية ، ومع ذلك يطالبون منى الآن أن أبدل الأقطاب . فكرت جيداً قبل أن أقول لهم ، فلا عمل لى إلا أن أنزع ٩٩,٠٠٠ شعرة من ظهري وكتفى كلما خلعت الشريط اللاصق . ومع ذلك فالأفضل أن أبداً . و انتهيت من إعادة استخدام أقطاب راسم القلب . لقد

أصبح جسمى مقروحاً عند الكتفين كشريحة اللحم البقرى . أواه ، فقد أصاب بالعجز بسبب هذا — واحد فى المائة . هذا كل ما سأحصل عليه . لن يمنحونى حق أجرى على هذا العمل الخطر فى هذه الرحلة . هؤلاء الأغبياء الأوغاد ! »

وقد بلغ هياج شخص الاختبار فى الأيام الأخيرة من العملية حداً كبيراً أقلق الأطباء المراقبين . فقد جاء فى تقرير السلاح الجوى : « بلغ هياجه حداً اضطرننا لإنهاء عملية الطيران قبل أوانها . ولم تقل عن هذا الحد مظاهر الملل والإعياء التى كان الحبس والعزلة من أسبابها . على أن شخص الاختبار أظهر فى خلال اليومين الأولين من التجربة كفاءة عالية فى العمل ، والتدبير المنزلى ، والتزين ، والتريض ، والنوم . إلا أنه بمضى الوقت أخذت كفاءته تتضاءل إلى الحد الأدنى الذى يستلزمه القيام بالعمل والأكل والنوم . كما أن آثار الملل والإعياء قد ظهرت على كفاءة العامل نفسه بنفس الدرجة . »

وقد أعار الاتحاد السوفيتى ، بصفة خاصة ، عناية فائقة بمشاكل الحبس طويل المدى ، فقد طلب من جميع رواد الفضاء الروس أن يقضوا أياماً ثم أسابيع فى عزلة فردية فى ظروف صممت بعناية خاصة لتقوى الشعور بهذه العزلة وتوهن رائد الفضاء الموضوع تحت الاختبار . فكثيراً ما دقت أجراس الفرع ، وضجت أبواق الرعب بأصواتها الضخمة المفزعة دون سابق إنذار . كما أومضت أنوار حمراء وخضراء بلمعان مبهر للأنظار . وكان ذلك يحدث على الدوام فى اللحظة التى كان رائد الفضاء الروسى على أقل استعداد لهذه المجزرة . وقد كان لدى سيطرة رائد الفضاء على تصرفاته وانفعالاته لهذه الظروف ، أوحى لظرف معين بالذات ، أثر كبير فى اختيار هؤلاء الأفراد الذين وصلوا إلى مرحلة الطيران للدارى . فما لاشك فيه أن من تحملوا هذه الظروف أطول مدة دون أن يلاقوا أية صعوبات أو متاعب ، هم رجال

يتمتعون بقسط وافر من الثقة في النفس ، رجال استطاعوا أن ينهمكوا في
الفناء وإلقاء الشعر (استمر تيتوف يتلو أشعار أشهر الشعراء الروس مدة
ساعات دون أن يهفو) إلا إذا كانوا مشغولين بنشاطهم الفكري الذي كان
يتطلب منهم تركيزاً كاملاً .

وقد بذل السلاح الجوي الأمريكي جهوداً ضخمة لعدة سنوات لدراسة
آثار فصل الأفراد الذين قد يرسلون إلى الفضاء في رحلات طويلة المدى . على
أن الظاهرة التي تعرف باسم « ظاهرة الانقطاع » التي كان البعض قد توقع
حدوثها مع روادنا الفضائيين الأوائل لم تحدث إطلاقاً . إلا أنه سرعان
مأجاب الباحثون الطبيون بأن رواد الفضاء في برنامج مير كوري لم يواجهوا
في رحلاتهم ما يقارن باختبارات الفصل أو الحرمان الحسي .

فقد طار رواد الفضاء في المدار فترات قصيرة . حتى رحلة كوبر التي قضى
فيها أربعاً وثلاثين ساعة لا يمكن أن تقارن بما تحمله رواد الفضاء الروس
الأربعة — نيكولايف ، وبوبوفيتش ، وتيريشكوف ، وبايكوفسكي . على
أنه من نفس الأهمية أن نذكر أن رواد الفضاء الأمريكيين في برنامج
مير كوري كانوا مكلفين بأعمال تستلزم منهم انتباهاً كاملاً . فقد كان عليهم
أن يقوموا باختبار سفنهم الفضائية في القدرة على المناورة ومراقبة جميع
الأجهزة والإبلاغ عنها ، وتشغيل معدات المراقبة الطبية ، وفحص جميع أجهزة
سفينة الفضاء بالاشتراك مع المحطات الأرضية ، وإجراء عشرات من الاختبارات
العلمية . قائمة من الأعمال بلغت في الواقع حداً من الطول أدى بهم إلى رفع
شكاواهم من كثرة الأعمال ، ومن حرمانهم من الوقت الكافي لملاحظة
جدول أعمالهم الذين كلفوا به في رحلاتهم الفضائية . أما عندما يرسل الرواد
إلى الفضاء مدداً طويلة في رحلات بعيدة المدى ، وعندها لن يكون من الممكن

دوام الاتصالات بسبب البعد الشاسع عن الأرض ، فهذا هو الوقت الذي تنشأ فيه أخطار منشؤها التأثيرات السيكولوجية .



(شكل ٣١)

أحد متطوعي السلاح الجوي يمر بتجربة الغزل في غرفة مائة لإحداث الصوت أو لدخول الضوء إليها . فالغرفة تعدم كل الأصوات وتغزل الشخص في اختبارات الحرمان الحسي .

ويعرف الفصل بأنه « حالة خاصة من العزل يفصل فيها الإنسان من بيئته التي اعتادها بواسطة مسافات شاسعة طبيعية أو سيكولوجية تتجاوز الحدود للعقولة » .

وليس في وسع العلماء ، قبل القيام برحلات فضائية حقيقية ، إلا أن يخمنوا عن الآثار التي يحدتها الفصل في الرجال أثناء حيرانهم في الفضاء . وإنه لمن الغرابة بمكان ألا تكون الطيرانات المدارية قد أضافت إلا القليل من الجديد على إدراكنا لهذه الآثار . إلا أن هناك حادثين من حوادث عزل الإنسان عن العالم المتمدن ، يمكن اعتبارهما حادثين مثاليين للفصل للتعمد . وقد قيمهما العلماء الباحثون بأنهما « ربما كانا أقرب مثليين للفصل الذي يتميز به السفر في الفضاء » .

ففي عام ١٩٣٤ قرر الأدميرال ريتشارد بيرد أن يبقى في وحدة تامة في إحدى القواعد الأمامية مدة ليل الشتاء الذي يبلغ ستة شهور في الأتاركتيك (المنطقة المتجمدة الجنوبية) . فلم تكن انطباعاته واضحة فحسب ، بل سجلت ، على حد وصف الباحثين الطبيين ، على أنها « قطعة فلسفية رائعة » :

« كانت مهمة غريبة ، أحسست كما لو أنني سقطت على كوكب آخر ، أو على أفق جيولوجي آخر لم يكن لدى الإنسان علم به أو ذكرى عنه . ومع ذلك كنت أعتقد أن هذا كان في صالحى . فقد كنت أتعلم ما كان يردده الفلاسفة زمناً طويلاً من أن الإنسان يستطيع أن يحيا حياة عميقة بدون أشياء كثيرة . فقدمرت على لحظات كنت أشعر فيها بحموية تفوق حيويتى في أى وقت آخر من حياتى . وقد احتدت حواسى في اتجاهات جديدة بسبب حررى من الملهيّات للمادية . كما أن الشئون العادية للسماء والأرض والروح التي لم أكن لأحفل بها لو أنني لحظتها ، قد أصبحت تثيرنى وتغذرنى بالشؤم^(١) »

(١) كتاب Alone ريتشارد بيرد (Putnam, & Sons بنىويورك ١٩٣٨) .

إلا أن العلماء الآخرين لم يشاركوا الأدميرال بيرد في الفرح الذي كشف عنه . ففي عام ١٩٥٢ قام الدكتور ألين بومبارد برحلة فردية استغرقت خمسة وستين يوماً عبر فيها المحيط الأطلسي في قارب من قوارب النجاة التي يمكن طيها . وها هي نبذة من تعليقات الدكتور بومبارد على مخاطرته :

« كان يبدو لي أحياناً أن العزلة المطلقة على سطح المحيط المترامي الأطراف تركزت على قمة رأسي ، أو أن قلبي النابض كان مركز الثقل لكتلة كانت في نفس الوقت عديمة الوجود . وقد كنت أظن في اليوم الذي رحلت فيه من لاس بالماس أن العزلة شيء في وسعي أن أسيطر عليه عندما أعتاده . إلا أنه اتضح لي أنني كنت مغروراً أكثر مما يجب . فلم تكن العزلة شيئاً كنت قد حملته معي ، بل كنت شيئاً لم أستطع قياسه بأبعادى أو بأبعاد قاربي . كان شيئاً هائلاً أحاط بي وابتلعني . لم أستطع كسر شوكته أكثر مما أستطيع تحديد الأفق أمامي . فإذا حاولت من حين إلى آخر أن أتحدث بصوت عال لأسمع صوتي شعرت بزيادة الوحدة ، وبأنني قد أصبحت أسير السكون (١) » .

حتى الأدميرال بيرد الشجاع لم يستطع أن يستمر في إخفاء آثار عزلته . فقد وجد نفسه ، مع مرور الأسابيع والشهور ، بعيداً عن كل معالم الحياة ، وجد نفسه منزعجاً ، فسجل :

« شيء ما — لا أدري ماهو — يخذلني . . . إلا أن هذا لن يبدو ذا أهمية لو أنني تمكنت من وضع يدي على الداء . ولكني لا أجد شيئاً واحداً أفسر به هذا الارتباك . ومع ذلك فهو هنا . ولا بد لي في هذه الليلة ، ولأول مرة ، من أن أقر أن من المشا كل الصعبة أن أوجه فكري وجهة ثابتة » .

(١) كتاب رحلة المرطقي ، ألين بومبارد (نشره Simon & Schuster نيويورك

كما أصاب الدكتور بومبارد القلق عندما لحظ تغيراً لا معقولاً في موقفه من نفسه وما يحيط به ، تغيراً تعدى كل محاولاته للسيطرة على انفعالاته ، فكتب :

« وهأنا أضيف إلى الاضطراب الذي ساد رأسي أني أصبحت خرافياً عن بعض الأشياء الثافية التي لا مفر منها في وقت العزلة . فإذا لم أجد ييبتي مثلاً في اللحظة التي أبدأ فيها البحث عنها ، اعتبرت هذا نذيراً بالشؤم . كما أن العروسة اللعبة ، التي أهداها إياي أصدقائي عند رحيلي من جزر كناري ، بدأت تتخذ شخصية ملموسة . فقد كنت أتحدث إليها ، بالمقاطع في باديء الأمر ، ثم بالجل الكاملة ، أصف فيها ما كنت أنوى القيام به بعد ذلك . ولكنني بالطبع لم أنتظر منها جواباً . فلم يكن الحديث ديالوجاً (بين شخصين) ولو أن هذا قد يأتي . »

ويؤيد صحة خبرة كل من هذين الرجلين أنهما كانا عالين ثاقبي الفكر كرسا حياتهما للعلم ، وكانا منذ بداية مغامرتيهما على استعداد لمقاومة الشدائد والحرمان . ويعتبر علماء الطب الفصل في الرحلات الفضائية الطويلة مشكلة خطيرة بسبب الندرة والتنسية في خبراتنا في الطيران الفضائي طويل المدى ، وخاصة بعدما ظهر من التعقيدات التي نشأت عن انعدام الوزن مدة طويلة . . . يعتبرونها مشكلة قد تؤدي إلى انفعالات تتضمن الهبوط الحاد ، والقلق ، والخوف ، « انفعالات تتوقع فيها ضرراً على صحة المركبة البشرية . إن هذا الفصل إذا اقترن بالحبس ، والحرمان من النوم ، وطبيعة الوظائف التي تتطلبها المركبة البشرية ، قد يؤدي إلى الحرمان من الإحساس . وهذا بدوره يسبب اللاعقلية وأنواعاً أخرى من الانحرافات (١) . »

(١) مدرسة طب الفضاء الجوي ، السلاح الجوي الأمريكي .

وقد قام الدكتور جورج هوتي الذي يعمل بمدرسة الطب الفضائي الجوي، قبل أول عملية طيران فضائية يشترك فيها بشر، بدراسة إمكانيات الحرمان الحسي، وكتب يقول .

« أوضحت الدراسات الفسيولوجية العصبية بأن إثارة حسية معينة تصطدم بالمنع عن طريق تمرين عصبيين مختلفين ، حتى إذا وصلت إلى المنع قامت بوظيفتين مختلفتين . إحداهما ، وظيفة معينة ، تؤدي إلى سلوك معين . أما الأخرى فوظيفة غير معينة تكشف عن زيادة في النشاط الفامض القشري ، قد ينظر إليها على أنها نشاط عام متصل . والمهم في هاتين الوظيفتين ما يبدو من اعتماد الوظيفة للمعينة على الوظيفة اللامعينة . ويظن أن هذا النشاط العام القشري المتصل ، الذي ينتج عن الدخول الحسي المستمر عادة أثناء فترة اليقظة ، هو المسئول عن الكفاءة العادية لوظائف المنع . ويصبح السؤال عندئذ عبارة عن ماذا يحدث إذا حرم المنع من جزء ملموس من الدخول الحسي العادي ؟ » .

وحبس المتطوعون في مضاجع صغيرة لفترات بلغت ثمانى وأربعين ساعة فأكثر . وكانت الأشياء المحيطة بالمتطوع في هذا المضجع تخفض من شدة الإثارة (البصرية والسمعية واللمسية والاستقبالية الخاصة) التي تصل إليه تحت الظروف العادية . فكانت هناك انفعالات مختلفة تبعاً للشخص ذاته . إلا أن علماء الاختبار كانوا متأثرين بالانفعالات الواضحة مثل زيادة التهيج وانعطاط عمليات التفكير التي أدت إلى خفض ملموس في قدرة الأشخاص على الانهماك في التفكير المنتج المعقد .

وقد اعتبرت الانحرافات والاضطرابات أبرز الآثار جميعها . وقد شملت الأوهام والهوسة التي بدت تسيطر على أشخاص الاختبار . فقد أقسم أحد المتطوعين أنه رأى « مظهرة من السناجيب تعمل على اكتافها أكياساً وتسرع لهدف معين عبر حقل ثلجي » .

وصرخ رجل آخر من المتطوعين بغضب وألم لأنه رأى سفينة صاروخية منمنمة وهي تجار حوله في دوائر مقفلة متجهة نحوه ، وتقذفه بحبات أصابت كلها ذراعه دون أن تخطيء واحدة منها . وقد اتضحت قدرة العقل البشري على حفظ كيانه خلال هذه الملوسة في تقارير الأشخاص المادقة عما كانوا يرونه، وفي مرحهم الواضح على هذا الخداع . إلا أن هذا لم يكن إلا في بادئ الأمر . فقد التصقت الملوسة والخداع بقول الأشخاص بمضى الساعات ، وبدأت تتداخل في أمر نومهم وراحتهم . وأصبح مزعجاً ما كان سبباً في المرح، وتحول الانزعاج إلى غضب . واتضح أن الحرمان الحسي الذي أجرى بهذه الطريقة تداخل بدرجة خطيرة في وظائف المخ ، مسبباً تلف وسائل التفكير ، لا غيبوبة كما كان يتوقع الأطباء .

وقد اختبر التداخل في الدخول الحسي للمخ تحت عدد كبير من الظروف المختلفة ، فوجد أن العزل البسيط والحرمان من العوامل المنبهة الخارجية لا يكفیان . فقد وضع المتطوعون في غرف محكمة القفل ، وطلب منهم تأدية « بعض الأعمال الآلية الإدراكية » . ولم يمنحوا غير مهلات قصيرة للطعام والأغراض الصحية ، على أن يقوموا في غير تلك للمهلات ، في حيزهم الضيق ، بمراقبة الآلات وتشغيل أجهزة التحكم المعقدة دون أية فترة للاستراحة . وقد استمرت الاختبارات مدة ثلاثين ساعة ، فوجد أن الأشخاص بدأوا في أواخر الاختبارات يصابون بالخداع والملوسة على نحو ما سجله الأشخاص الذين اختبروا في غرف العزل . فقد أعان كثير من هؤلاء الرجال أن لوحات الآلات سخنت وبدأت تنصهر وتسقط منها قطرات على أرضية حيزهم الصغير المقل . كما أشار البعض الآخر إلى بعض الانحرافات مثل « أظهر دليل الأجهزة تمساحاً يضحك في وجهي » .

وقد حاول كثير منهم بدرجة كبيرة من التصميم على تنفيذ

واجباتهم الموكولة إليهم بالرغم من الآثار الواقعية لانحرافاتهم . فقد أصيب أحدهم ، وكان قد صمم على القيام بعمله كاملاً ، بنقص كبير في كفاءته لأنه اضطر أن يضيع جزءاً كبيراً من وقته في « إبعاد الرجال الصغار الذين ظلوا يدورون حوله وكانوا سبباً في حجب دليل السرعة عنه » .

على أن نفس المتطوعين ، الذين سقطوا فريسة للهوسة والانحراف أثناء هذه الاختبارات في مناسبات أخرى ، تمكنوا من العمل ، كجزء من واجباتهم العادية ، فترات زادت كثيراً في طولها عن الساعات الثلاثين التي كانت محددة للاختبار دون ظهور أية أعراض لآثار تضر بأدائهم . وقد أوضحت الدراسات الدقيقة أن طريقة الحبس ودرجة التقيد بالظروف التجريبية ومدى التكرار في طريقة العمل ، هي أهم العوامل التي تؤدي إلى الانهيار العقلي . فقد كان الأشخاص الذين أجرى عليهم الاختبار متحمسين إلى درجة كبيرة ، ويبدلون أقصى ما في وسعهم من جهد للوفاء بالواجبات الموكولة إليهم ، واضطروا في سبيل الوصول إلى أهدافهم إلى حصر « اهتمامهم الكامل في مجال صغير حتى من مجالات العمل » . وقد بدأ هذا التركيز باستبعاد المنبهات الحسية العرضية التي اعتادها الشخص - وانهارت وسائل التفكير بسرعة ، مما أدى إلى الإصابة بالخداع والهوسة اللتين انتهتا بتدمير كفاءة الرجال في أعمالهم الآلية المعقدة .

وهناك مجال آخر من مجالات التقيد السيكولوجي ، يعتبر من الصعوبات المعترف بها ، ألا وهو الدورة الفسيولوجية لليل والنهار ، التي اعتادها الرجال في حياتهم . ويشير الدكتور هوتي إلى هذه الخاصية بأنها « ظاهرة تشترك فيها جميع أشكال الحياة البيولوجية العليا ... وتتضح تمام الوضوح بالفترات المتعاقبة للنوم واليقظة ... ولا تحتاج في تبيان هذا إلى أكثر من الجدول الفلكي للأحداث المستولة عن التغيرات الدورية للإضاءة ودرجة الحرارة وغير ذلك من عوامل البيئة ، ثم إلى النظام العادي للنشاط الإنتاجي الذي يستلزمه الإبقاء على الحياة .

ويعمل هذان العاملان ، وبخاصة الثانى منهما فى حالة الإنسان ، على تزامن الدورة الفسيولوجية لليل والنهار مع جدولنا اليومى للعمل والراحة والنوم .

على أن الرجل مخلوق مرتبط ارتباطاً سيكولوجياً بدوراته المعترف بها من زمن طويل باستثناء فترات الطوارئ ، لللحة التى يستطيع الإنسان فيها أن يعمل باستمرار عدة أيام دون أن ينام . ويعمل بالرغم من ذلك بدرجة مذهلة من المهارة والكفاءة . وقد نتج عن تمزق الدورة الأيضية ، المتأصلة فى الإنسان ، فى الرحلات الفضائية طويلة المدى : آثار جانبية من الخطورة بحيث تهدم للمهارات والقدرة على الحكم ، وتسهم بدرجة خطيرة فى تحطيم السلامة ونجاح أية رحلة . وها هو الدكتور هوتى يحذرنا من أن هناك أكثر من دليل على أن الإنسان « ملزم بهذه الدورة اليومية ، أى أنه فى الإمكان زحزحتها من موضعها ، أو عكسها ، أو إطالتها أو تقصيرها إلى حد ما ، ولكن دون كسرها أو حذفها كلية » .

ولما كانت سفينة الفضاء فى حد ذاتها هى كرة تضم الحياة بداخلها — أو وحدة بيئية أشبه بكوكب يحمل الحياة على سطحه — فإنها تفتقر إلى ما نعتبره « تنابعا طبيعياً لليل والنهار » .

ويتركز حل هذا النقص بطبيعة الحال فى خلق نظام زمنى مصطنع يتمشى مع العادات المتأصلة فى الإنسان عن دورة الليل والنهار . وهو الوسيلة الوحيدة التى يستطيع بها ركاب سفينة الفضاء أن يواظبوا على أعمالهم كما واطبوا عليها فى حياتهم . ولن يعود علينا كثير من تلك الأسباب إذا أجرينا عملية تمزيق خطيرة لتلك الدورة ، بل إن هناك كثيراً من الأسباب التى تبرر الإصرار على كشف طريقة ما لتقليد فعال للدورة العادية لليل والنهار التى يمثلها مرور الزمن كما تبينه الساعات . ويعتقد الدكتور هوتى (كما يعتقد معظم العلماء) أنه لا بد من

مزامنة متطلبات الرحلة مع النظام البيولوجي للزمن التي أخرجه الإنسان ، والذي لازال يراعاه بدوره بدقة تامة ، بالرغم من ظهور عصره التكنولوجي . كل هذا أسهل في القول منه في العمل . فقد كانت الزيادة للضطرادة في عدد الفواصات النووية بطبيعة الحال سبباً في إثارة مشكلة ورديات الملاحين خلال شهور لم يعد لليل والنهار الطبيعيين فيها وجود في نظر عدد كبير من الملاحين الحبيسين داخل مركبتهم الناطسة . وقد أدت الأبحاث الطويلة السيكلوجية والفسيلوجية التي أجراها علماء الأسطول إلى إخراج أنظمة يتأقلم الرجال لها بطبيعتهم ، ويعملون في ظلها - ولهذا نفس الأهمية الأولى - بمهاراتهم الكاملة على قدر ما يربعون . إلا أنه مما لاشك فيه أن هناك ميلاً للحنين إلى دورة الليل والنهار التي تراعى من الناحية الدينية .

على أن التعقيدات الناشئة عن انفعالات الإنسان في الرحلات الفضائية الطويلة - وأخطرها خفض احتياجات الإنسان من النوم ، وخاصة على أساس يمكن مقارنته بالنوم المألوف تحت الجاذبية الأرضية العادية التي تبلغ قيمتها « ج » واحدة - قد تثير مشكلة خطيرة إلى درجة لا يمكن التنبؤ بها فيما يتعلق بالدورة الصناعية لليل والنهار . كما أن الدخول الحسي يقل كثيراً تحت ظروف انعدام الوزن ، وتقل الحاجة إلى النوم ، وتقل بدرجة أكبر الحاجة إلى المجهود الجسماني في الأعمال الروتينية التي تجري على ظهر أية سفينة للفضاء . فما هو تأثير ذلك على سلوك الإنسان السجين داخل الغلاف البيولوجي السابح بين العوالم ؟

ويعتقد الدكتور هوتي أن هذا أمر في غاية الخطورة : « نصل في النهاية إلى الحقيقة التي لاتزاع فيها ، من أن درجة مزامنة دورة الليل والنهار الصناعية مع جداول العمل والنوم تتوقف على ما يتطلبه النظام من المركبة البشرية مثل طبيعة الوظائف والأعباء التي تفرضها ، والتوزيع الزمني لهذه الأعباء . وما لم

تتزامن جداول العمل والراحة مع الدورة الفسيولوجية المألوفة لليل والنهار ، أدى ذلك إلى الإعياء . فإذا ما تراكم هذا الإعياء من يوم إلى يوم كانت النتيجة في النهاية انحطاطاً شديداً في الكفاءة .

ومن الأهمية بمكان أن نميز نوع الإعياء الذي ينتج في هذه الأحوال . فهو ليس إعياء بالمعنى العادي المفهوم من القصور أو الإعياء الذي يصحب بذل قدر كبير من الطاقة البدنية . ولكنه إعياء يتحول إلى مشكلة في الرحلات الفضائية الطويلة تتضمن « الآثار الضارة الناتجة عن الحرمان من النوم ، أو الالتزام الطويل لعمل من أعمال المهارة أو نصف المهارة ، والتي تصيب الميل أو القدرة على الاستمرار في العمل فيما بعد » .

وقد أدت الاختبارات التي أجريت مع العزل الحسي الجزئي والمقطع ، عزل مبرمج لإحداث عوامل خاصة تؤدي إلى الإعياء ، أدت إلى نتائج أخطر بكثير مما كان ينتظر . عزّل كُتِبَت فيه جميع الأصوات ، كما خفضت فيه الأصواء اللازمة لأعمال المهارة إلى الحد الأدنى ، وقيدت فيه الحركات البدنية . ومع ذلك فقد وقع عدد كبير من أشخاص الاختبار فريسة ضغط عقلي متزايد لم يستطيعوا تحمله بعد عدة أيام في مجموعة من الاختبارات لم تفرض فيها كل هذه القيود على المتطوعين . فقد اقتضى الأمر في تلك الاختبارات أن يستبعد من التجارب ، في خلال ست وتسعين ساعة من بداية الاختبار ، تسعة من كل عشرة من المتطوعين كانوا جميعاً على درجة عالية من الذكاء والمهارة الهندسية والتكنولوجية .

وقد جاء في تقرير الأطباء الذين راقبوا الاختبارات أن معظم أشخاص الاختبار لم يتخاذلوا في بادئ الأمر مع ظهور أعراض الخداع والهلوسة التي نتجت عن الحبس المحكم والانتباه المستمر للأعمال العقلية ، ولكنهم بدلاً من ذلك ظهروا في حالة انفعالية عادية . فقد عانوا من فترات زاد فيها التوتر

والقلق والتهيج الشديد مع المعجز المضي عن النوم . كما أجريت من وقت لآخر أثناء التجربة اختبارات للذكاء كشفت عن انحطاط ملحوظ في الأداء وفي القدرة على التفكير الواضح . ونما في الأشخاص ، مع استمرار هذا الانحطاط ، ميل إلى إهمال أعباء العمل المفروض عليهم ، ولجأوا بدلاً من ذلك إلى أحلام النهار الخيالية التي كانت لا بد لها من أن تؤدي إلى ما نتوقعه من انحرافات وهلوسة . كما أصبح الإحساس بالانقطاع على درجة من الحدة شعر معها كثير من أشخاص الاختبار أنهم « لم يعودوا قادرين على التعرف على أنفسهم كأفراد كانوا قد عرفوهم طول حياتهم » .

وقد تجمعت بانتهاء برنامج ميركوري ورحلاته المدارية الأربع في سفن محملة بالبشر ، تجمعت لدى علماء النفس من البيانات ما يكفي لبدء اختبارات جديدة من الجائز أن تطبق بالمعنى الصحيح على الرحلات الفضائية المستقبلية . وقد أشار تاريخ اختبارات عزل الرجل المفرد وحبسه إلى الخطر الداهم للانحرافات التي أدت إلى الخداع والهلوسة والفتور والإعياء المتناهي والتهيج وما عدا ذلك من الأعراض التي سبقت مناقشتها — وكلها أخطار كامنة في وسعها أن تدمر بغاية السهولة ازرحلات الفضائية التي تم تخطيطها بدقة وعناية . وكان قد تجمع لدى السلاح الجوي في أواخر ١٩٦٣ ما يقرب من أربعة آلاف ساعة من « الرحلات الفضائية المقلدة » ، وصل منها ، دون جدل طويل ، إلى « أن الملل والعلاقات الشخصية ودورات العمل والراحة » كانت أهم الموانع السيكولوجية للرحلات الفضائية الطويلة .

وربما كانت أهم النتائج التي برزت ، على نحو ما ورد في تقرير لقسم طب الأمراض العقلية والعصبية بمدرسة الطب الفضائي الجوي ، أنه طالما كان هناك رجلان أو ثلاثة من الملاحين ، فإن مشاكل الحرمان الحسي والعزلة والحبس تكاد أن تختفي تماماً . أما الاختبارات التي أجريت على رجل واحد فقد

أحدثت من الآثار والانحرافات ما بلغ في شدته حداً أدى إلى وجوب إلغاء كثير من الاختبارات قبل وقتها المحدد تفادياً للأضرار الخطيرة التي كانت ولا شك ستصيب أشخاص الاختبار ، والتي لم تظهر أى أعراض منها في التجارب التي أجريت على رجلين أو أكثر .

أما آثار انعدام الوزن طويل المدى ، وإشاعات الفضاء ، وغير ذلك من الخصائص التي تتصف بها البيئة الفضائية ، فليس من الميسور تقليدها بطبيعة الحال داخل سفن الفضاء الأرضية . ومع ذلك فقد بذلت محاولات كثيرة لتقريب الظروف من « الشيء الحقيقي » قدر المستطاع . وقد نبه على أشخاص الاختبار في كثير من هذه الرحلات المقلدة إلى أن للتقليد أخطاره الخاصة به . فقد حدث في بعض الأحيان أن تفجرت اللهب في المعدات الإلكترونية المعقدة ، وامتلات القمرة بالغازات الضارة ، وتهدمت الأجهزة الميكانيكية ، حتى أن إثنين من المتطوعين أصيبا بفقد الوعي في تجربة امتلات القمرة فيها باللهب الهادرة التي اندلعت بشكل تفجري ، مما أدى إلى إعادة تصميم المعدات الذي كان قد وضع لسفينة الفضاء الحقيقية .

وقد اتضح من جميع الاختبارات التي أجريت في بضع سنوات لجمع ما يقرب من الساعات الأربعمئة من تجارب الاختبارات على رجل واحد وعدد من الرجال ، أن التواتر والملل هما أخطر ما يهدد أداء الملاحين في الرحلات الفضائية الطويلة . وقد بذلت محاولات عديدة لإحداث هذا الملل في بعض الاختبارات ، وقام الأطباء بتسجيل انفعالات الرجال المعنيين ، فبرزت ثلاثة انفعالات نتيجة لهذا الملل : فقد أصبح الرجال كثيرى القراءة ، أو ناموا فترات طويلة ، أو تحولوا برغبتهم إلى الأحلام النهارية والتخيلات .

والمعتقد أن الإثارة المصطنعة ، إذا استمرت مدة طويلة ، قد تسبب من الأضرار أكثر مما تسببه من النفع . ويقترح أطباء السلاح الجوى أنه قد يكون من

الأفضل أن يستغل هذا الميل الطبيعي نحو التخيل بدلاً من مقاومته . ويتزايد الاقتناع بأن هذا التخيل لا يحتاج الانتباه — عندما يكون الانتباه مطلوباً بالذات — ولكنه في الواقع يبقى عليه عند حد استدعى عنده . وقد اقترح فريق باحثي السلاح الجوي في تقريرهم أن الأفراد « الذين لابد لهم من الانسحاب من الخيالات المسببة للقلق عن طريق النعاس أو القراءة يجب أن يستبعدوا » من أى رحلة فضائية سبق تخطيطها ، على أن يكون من المتطلبات اللازمة للرحلات الفضائية الدقة في تخطيط الأنشطة المتنوعة وبرمجتها .

وقد كانت هناك مشاكل ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالإحساس بالدورات الزمنية . ولم يبد أن دورات العمل والراحة التي نظمت للرحلات الطويلة المقلدة تصلح بديلاً لتلك الدورات التي اعتادها الإنسان في حياته على الأرض . فقد أعلن الزجال المعنيون أن الوقت قد انقضى ببطء شديد ، كما انضحت زيادة اعتمادهم على ساعات سفينة الفضاء في مراقبة مضي الوقت .

على أن الرتبة قد تغلبت في بعض الأحيان على الميزات المقررة لوجود اثنين من الملاحين ، وتسبب — بفضل الحرمان الحسي — في ظهور بعض أعراض الهلوسة . إلا أن هذا لم يظهر على كل المتطوعين . كما أن الذين أبلغوا عن هذه الانحرافات أشاروا إلى أنها كانت معتدلة وعارضة . وعلاوة على ذلك فقد قل القلق أو انعدم كلية . أما الإحساس بانقضاء فلم يحدث إلا نادراً ، كما أن الانحرافات أخذت تظهر في صورة « سماع الموسيقى أو الأصوات العشوائية » ، فلم تكن في خطورتها أشد من هذه الآثار الطفيفة .

وبالرغم من أن تعدد الملاحين كان حلاً لكثير من مشاكل الحرمان الحسي التي لازمت رحلات الرجل الوحيد ، فإن وضع عدد من الرجال في حيز ضيق فترات زمنية طويلة قد أثار مشاكله الشائكة الخاصة به . وقد كان أهم هذه المشاكل — كما توقعنا — التوتر بين الرجال . أما مدى هذا

التوتر وتكراره فقد كانا من العوامل التي تتوقف في الغالب على تصرف أفراد معينين . فقد كان معظم الرجال على علم باحتمال ارتفاع درجة التهيج والتوتر ، وبذلوا جهوداً جبارة للاحتفاظ بكبت شعورهم وانفعالاتهم . إلا أنه بالرغم من هذه المحاولات فإن تقرير السلاح الجوي قد أوضح « حدوث بعض الانفعالات العدائية الخطيرة » . وقد حذر الأطباء من أنه لا بد من أن تشمل طريقة اختيار الملاحين هذه الانفعالات التي تظهر بعد شهور يقضونها في الفضاء ، عندما يكون من السهل أن يؤدي نشوب أى عدا ، على شكل انفعال مكتوم ، إلى ما يكفي لقيام صدام عنيف بين الملاحين وتهديد لأرواح جميع أفراد الفريق ولسلامة سفينة الفضاء .

وهذا ما يعود بذاكرتنا إلى ما قاله شكسبير على لسان هملت :

« يا إلهي ! في وسعي ، لو لم أحلم ، أن أسجن في قشرة جوزة وأعد نفسي ملكاً على حيز لا نهائي » .

ولا تصلوا يا أيها الجيران البؤساء الموجودون في نفس قشرة الجوزة .

الفصل الثاني عشر

نظرة المرأة إلى الفضاء

كانت مدرسة الطب البحرية في بنساكولا بولاية فلوريدا ، حيث تجري أبحاث طب الطيران والفضاء ، كانت تعد الخطة لتوسيع مجال أنشطتها العلمية بإجراء الفحص الطبي المتقدم على عدد من النساء الطائرات في مهاكن رواد الفضاء . وكانت قد أخذت تفكر في الإعداد عندما بعثت بالرسالة الآتية إلى مقر هيئة أركان الحرب البحرية في البنساجون (وزارة الدفاع) : « تسأل عن حق المواطنة جيري كوب في قيادة طائرة بحرية على سبيل إجراء دراسات لتحديد الفروق الأساسية بين رواد الفضاء الذكور والإناث » .

وقد كادت القهقهة أن تسمع في بنساكولا ، وكان رد رئيس العمليات البحرية واضحاً تمام الوضوح : « إذا لم تكن قد عرفت الفرق حتى الآن ، فنحن نرفض أن نعمل المشروع » .

لقد قيل الكثير حول رائدات الفضاء إلى الطيران عديم الوزن حول كوكب الأرض . ولا زال الكثير يقال حول هذا الموضوع ، ولا شك في أننا لن نستطيع تقاضى عدة ملايين أخرى من الكلمات التي تؤيد وجهة نظر المرأة إلى الفضاء .

وقد أمضى روادنا الأوائل — مثل جلين وكاربنتر — بعض لحظات صاخبة يحاولون إقناع لجانب الكونجرس الساخرة بالسبب الذي من أجله لم تضع الولايات المتحدة رائدات للفضاء تحت اختبارات التحمل ، وقياسهن لتفصيل بدل ذات صدور ، وتعديل مواعيد الإطلاق بحيث تتلاءم مع بضعة الأيام النسوية الحيرة التي تحمل مرة كل شهر تقريباً .

على أن هناك مشاكلاً أخرى كان من حظ النازا أن تمكنت من تحاشيها

مثل إقامة حمامات في مقر رواد الفضاء بكيب كنيدى ، والخضوع لمطالب
جوع النساء اللاتي يناصرن الأسس الأدبية لرائدات الفضاء اللاتي لابد ، بحكم
الضرورة ، من أن يخضعن للخلوة للرعية التي تمنح للنساء في مجتمعنا المعقد .
وهام مهندسو أجهزة الإبقاء على الحياة مصابون بما يكفيهم من الصداق في
الوقت الحاضر من مشكلة معالجة الفضلات في سفينة الفضاء دون أن يخلوا أنفسهم
منشقة التفكير في أمر أنبوبة الإخراج الأثوية اللاصقة وخياطتها في بدلة الضغط .
ولم تترهم مسألة قيام الروس بتكليف قالتينا تيريشكوفا بشيء من هذا القبيل .
فهم ينظرون إليك ليقولوا : « ألا تستهزي ؟ » ، ثم يأخذون في معالجة
الموضوع كاملاً بنفس الطريقة التي كان قدماء الإغريق يعالجون بها الصداق
الشقيق بالازدراء .

وقد كان من المستطاع إجراء التعديلات الهندسية الضرورية في برنامج
الفضاء البشري في صيغته الحالية — جيميني ، وأبوللو — بسهولة كافية لو أن
هناك حاجة ملحة لإرسال رائدات للفضاء إلى المدار . ومع أنه من السهل
تحقيق المتطلبات الهندسية ، إلا أن الثورة الاجتماعية ستتمزق لو أننا أصررنا
على وضع رائد أعزب ورائدة عزباء في كبسولتهما الطائرة في الفضاء دون تجهيزها
بما يشبه ستارة خلوية تفصل بينهما . كما يتطلب الأمر مهارة فائقة في معالجة قفاز
التصفية الفريد الذي ابتكرته النازا لبرنامج جيميني .

وإلى جانب ما يستلزمه هذا الأمر من الاجتماع الفسيولوجي الذي لا مفر
منه في الرحلات الفضائية الطويلة ، فإنه يغلب أن يشتد خطر لقاء الولد مع البنت
بعنف كلما زاد بعدهما عن الأرض وانقضت الساعات بعد الإطلاق . ومع كل
هذا ، فإذا استطاع الإنسان أن يتوقع إذا دفعنا إلى الفضاء شاباً وشابة وضيئين
في عملية طيرانية يتقدم فيها الوزن وتستغرق عدة شهور ؟ نعم إن المناظر تظهر

الأبصار ، ولكنهما سرعان ما تسبب الملل . ومن المؤكد أن عيني أحدهما سوف تتحول من وقت إلى آخر إلى عيني زميله الآخر ، ثم ماذا يحدث بعد ذلك لما يبرنا القومية في الأخلاق عندما يمثل الزفاف المقام الأول من الخطوط العريضة التي تعلن مع أول عملية طيرانية إلى المريخ ذهاباً وإياباً .

وقد كتبت روث ناتول في جريدة « ستار نيوز » (بمدينة شولافستا بولاية كاليفورنيا) ، رداً على ادعاء السوفييت بالتفاخر بطيران تيريشكوف ، بطريقة يقصد بها كسب اهتمام الرجال . قالت « لا أعتقد في أنه من الواجب إرسال أنثى من شاكلى في أى مكان غير مخازن البقالة - وعلى الأقدام . إلا أن هناك لكل رجل سام امرأة سامية . وهذا ما يجدر بالذكر أن يدركوه . أما الملجأ الوحيد الباقي للذكور في هذا الكون بأكله فهو غرفة الرجال العامة » .

وبينا كانت تيريشكوف تغنى غناء خفيفاً لبايكوفسكى على أمواج الراديو التي تصل بين كبسولتيهما من طراز فوستوك قام مواطنونا من أنصار المرأة بنشر دعوة قوية هزت قوائم الكونجرس . وانطلقوا ، بعد أن نشرت صورة تيريشكوف على الصفحات الأولى ، ينادون بأن أمريكيات تضع المرأة في موضع مهين بإكراهها على تثبيت قدميها على سطح الأرض . فلماذا أصبح ذلك ، على حين غفلة ظلماً وجوراً ، حتى وصف بأنه أشبه بمؤامرة دينية لا يبدو في وسع أى إنسان تفسيرها ، مادام هناك عدد قليل من النساء اللاتي يجاهرن في زرع مباحج البكارة للمهنية ، والتفكير فيما يفكر فيه رائد الفضاء توقف من طويلاً عن العمل صينياً في الكشافة .

وقد كانت الدعوة القومية موجبة نحو « المساواة في الحقوق » للمرأة . وينادى رجل الفضاء بلسة من الشبق تحتل قلبه قائلاً : « وماذا تقولون عن مساواتي أنا في الحقوق ؟ » . إلا أنه يهمل ، بينما تقوم النساء وهن في ملابسهن

الناصعة البيضاء ، بالتوتيد في أقرب ميناء فضائي في محاولة للحصول على حقوقهم في دخول الكبسولة .

ويدعى أنصار المرأة بأنها تستطيع أن تفعل أشياء كثيرة بنفس الدقة التي يفعلها بها الرجل ، بل إنها تؤدي بعض الأعمال أفضل (شكراً لله على ذلك) مما يؤديه الرجل . إلا أن هذا ليس في الواقع موضوع النزاع . فهل هناك من حاجة لقيام المرأة بأعمال تؤديها بنفس الدقة التي يؤديها بها رائد فضائي ماهر ومدرّب يعمل مهندساً وطياراً بعد أن كان طيار اختبار للطائرات النفاثة ؟ وما هو الغرض من مطالبة المرأة بمكان على الكبسولة الفضائية التالية ؟ وقد سئل رائد الفضاء، جلين عندما مثل أمام لجنة العلوم والملاحة الفلكية التابعة لمجلس النواب ، عن السبب في استبعاد الإناث من البرنامج التدريبي لمشروع ميركوري ، فأجاب بشيء من الضجر : « لو استطعنا أن نجد من بين النساء من يثبتن أنهن حائزات على مؤهلات تبرز مؤهلاتنا للانضمام للبرنامج فإننا نرحب بهن بأذرع مفتوحة كما يقال » .

ويبدو أن أحداً لا يعترف بالحقيقة القائلة إن خصائص المرأة لا توفر مزايا خاصة للطيران الفضائي . فلما استمر الهجوم عليه مدة أسابيع بسبب موضوع رائدات الفضاء ، ووضعهن في كبسولة بنيت لإثنين ، رد في النهاية على الادعاء بأن مايزيد على ستة من النساء قد مررن في اختبارات اللياقة البدنية التي مربها رواد الفضاء في برنامج ميركوري .

فقد أجاب (متضجراً أيضاً) بأن هذه الاختبارات كانت الحد الأدنى ، وحاول للمرة الأخيرة أن يوضح للوقف فقال : « سأعطيكم مثلاً بسيطاً ، فمن الجائز أن تستطيع والدتي للور في امتحان اللياقة البدنية الأول الذي يتقدم له الهنود الحمر بواشنطن ، ولكني لا أعتقد أن في وسعها أن تؤدي عدداً كبيراً من الألعاب .

ولكم جاهدت الآنسة جيرى كوب ، إحدى الطيارات البارعات
للأهراث ، للسفر إلى الفضاء مدة طويلة . وقد أصبحت منذ ١٩٦١ مستشارة
للنازا في موضوع اشتراك المرأة في برنامج الفضاء . ولقد سمع كثيرون جيرى
كوب ، بعد أن أطلقت تيريشكوفاً إلى المدار ، وهي تتذمر بطريقة بعيدة تمام
البعد عن الدقة قائلة : « إنى أقل المستشارين عملاً في أية مصلحة حكومية » .
بما يجوز أن يكون معرة . فإن الواجب يقتضى باستشارة الأفراد الطرفاء الذين
هم على شاكلة جيرى كوب من آن إلى آخر . لاتسأل عن السبب ، ولكن
هذا هو الواجب .

وقد علقت كليربوث لوس على طيران تيريشكوفاً بأسلوب مذهل . فإلى
جانب كل الاحتمالات العلمية والطبية وغير ذلك من احتمالات البحث التي
كانت مبرراً لإطلاق تيريشكوفاً إلى المدار . (علاوة على الخطط التي وضعت
لإلقاحها في المستقبل من رائد آخر للفضاء وحماها لأول طفل فضائي) فإن
كليربوث لوس تصر على أن إطلاق تيريشكوفاً برهان قاطع على أن الشيوعية
تدعو إلى المساواة الفطرية بين الرجال والنساء .

وكانت على حق وهذا مايفسر رؤيتك للنساء الروسيات في ملابس
عتيقة ، وأحذية موحلة ، وفساتين تصل إلى الكعوب ، ومعرقات ضخمة
على ظهورهن ، وشيلان حول رؤوسهن ، ينعمن بمساواتهن ، فيرعين الخنازير ،
ويكنسن الشوارع ، ويحملن قوالب الطوب ، ويخلطن الأسمنت ، ويشغلن
عمالاً للطرق ، ويمجرون عربات الفحم ، وغير ذلك .

أما جين هارت ، زوجة فيليب هارت عضو مجلس الشيوخ عن دائرة
متشجان ، فقد انتقدت إطلاق تيريشكوفاً إلى المدار انتقاداً مرأً بينما بقيت هي
على الأرض . فقد قالت جين هارت ، وهي طيارة ممتازة وسيدة تبدو عليها

الصحة الممتازة ، « إن هذا الأمر يغرينى على أن أخرج إلى الإسطنبول لأروى لخصائى القصة كاملة وأستمع إلى ضحكاته » .

هذا هو كل ما فى الأمر . فإنه يبدو أن « المساواة فى الحقوق » فى بلادنا تهدف إلى تحرير المرأة من العمل فى الإسطبلات ومخازن الفحم وعمالاً للطرق . وما هن النساء يصرون على أن نساير للمساواة الروسية فى الحقوق كما يثبتها طيران تيريشكوف . إلا أن واحدة من نساء أمريكيا لم ترحب بالسيرة نحو الإسطبلات ومخازن الفحم أو بالعمل فى الطرق . إننا لفى عجب من هذا التمييز بين أنواع المساواة فى الحقوق .

وقد عقدت ندوة طبية فى أوائل ١٩٦٣ بكاليفورنيا ، هبت فيها امرأة واقفة على قدميها تلوح بتقرير عن تحمل المرأة للمجلة طويلة المدى . فقد اتضح من اختبارات كانت قد أجرتها جامعة كاليفورنيا لحساب النازا أن مقاومة الفراخ لآثار المجلة طويلة المدى بلغت حوالى سبعة أضعاف مقاومة الديكة . وقد ادعت هذه السيدة ، التى تطالب بحق المرأة فى الفضاء ، أن النساء يتفوقن فعلاً على الرجال فى الطيران الفضائى .

وقد كانت على حق — إذا كنت مهتماً بوضع بيضة بين الأرض والقمر — كما فعلت فى تلك الندوة .

ولا يؤدى كل هذا إلا إلى إخفاء الحقيقة القائلة بأن هناك مكاناً للنساء فى الفضاء . إلا أن هذا المكان لم يتضح بعد بسبب اقتصار رحلاتنا حتى الآن على الطيرانات المحلية بالقرب من الأرض ، ولم تقتض أى واحدة منها إبقاء الرجال بعيدين عن وطنهم مدة طويلة . إلا أن التغيير سيصيب هذا الوضع بطبيعة الحال ، فستطول الرحلات ، وسيقطع الرجال منها مسافات أكبر ، وسيقلعون فى النهاية نحو القمر والكواكب الأخرى . وسيتضح عندئذ أن رواد الفضاء قد كبروا بحيث لا تتوقع منهم أن يسوا أنفسهم بمجلات الفتيات

الصغيرات ومناظر اللهم المقصورة من كتب الروايات السينائية ، مما يؤدي إلى العصبية الشديدة ، وخاصة إذا قام أحد الأذكياء بوضع القناة رقم خمسة في جهاز تشعيم جيروسكوب سفينة الفضاء . ومن ذا الذي يرغب في الاستعجال مع آلة حاسبة حتى ولو كان الصوت المسجل خافتاً ومغريباً ؟

وقد سأل أحد الصحفيين المستر روبرت جيلروث مدير مركز النازا لسفن الفضاء الحملة بالبشر : « هل سيكون لدينا رائدات للفضاء ؟ »

فأجاب المستر جيلروث ، الذي كثيراً ما كانت عيناه تتألقان : « ليس لدينا خطط في الوقت الحاضر لتشغيل النساء في مراحل الطيران في برنامجنا الفضائي . ومع ذلك فهنا نحن نعد ، في قائمة المؤن والمواد اللازمة لعملية هبوط الإنسان على القمر لتجهيز ١٢٠ رطلاً من المعدات الترويحية . ولا يزن الرباط الأسود شيئاً محسوساً .

الفصل الثالث عشر

نحو الفضاء الخارجي

يعتبر العلماء الغلاف المائي — الأعماق التي تشغلها السوائل في كوكبنا الأرض — كتلة مظلمة متقطعة. وقد عرّفوا بعد دراسات مضيئة أن هذه الكتلة السائلة الضخمة التي تتألف من محيطات عالمنا تخفى في باطنها أسراراً من الكثرة بحيث لا ندري سوى النزر اليسير عن الغلاف المائي لهذا العالم.

وها نحن نواجه حقيقة جهلنا مرة أخرى عندما نتجه بأنظارنا إلى الناحية الأخرى. فقد جمعنا في عشرات السنين التي سبقت كشفنا الحقيقي للفضاء خارج جونا مجلدات ضخمة من المعرفة التفصيلية عن الفضاء — أبرز خصائصه هو افتقاره للخصائص. فقد كان الفضاء فراغاً، بحرّاً لا نهائياً من اللاشيءية تسبح فيها أجرام سماوية، وسحب غبارية تتخالط مع المجرات والسدم.

وقد كشفت غزواتنا الأولى للفضاء عن جهلنا المفرغ الذي كنا نعمل في ظله. فلم يعد الفضاء فراغاً هائلاً، أو لم نعد بالأحرى في نفس الجهل الذي ظللنا نزرع فيه زمناً طويلاً.

فقد أصبحنا الآن ندرك أن الفضاء المحيط بالأرض، وإلى إرتفاع عدة ملايين من الأميال منها، يزخر بالطاقة. فقد هيأت لنا الراصد الآلية ومحطات الاستقبال الإلكترونية التي تدور بسرعة حول كوكبنا، وتسبح حول القمر، وتبحر إلى الكواكب الأخرى، وسيلة مكنتنا من دراسة ورسم وقياس الكميات الوفيرة الهائلة من الطاقة الكائنة خارج ستارنا الجوي. فقد قسنا أشعة إكس، وأشعة فوق البنفسجية، وإشعاعات الراديو، ودون الحمراء، وبقع

الشمس ، والتأرجح الشمسى ، والذرات الإلكترونية ، والعواصف البتروتونية ، كما درسنا أنواعاً كثيرة من العواصف الكهرومغناطيسية المنبعثة من الشمس والتي تدفع سحباً هائلة من الجسيمات ذات الطاقة العالية بعيداً عن أقرب نجم منا لينفجر جزءٌ كبير منها فى الأحزمة الإشعاعية ومجالات القوى التى تحيط بالأرض وتسبب نشاطاً كهربائياً عنيفاً لم نكن نعلم عنه شيئاً حتى وقت قريب .

وقد كنا نعتقد من قبل أن السكون يسود فى ذلك الفضاء الخارجى .

ولكننا أدركنا وجود موجات مدّية عظيمة ، ومساحات واسعة من الطاقة .

كما قسنا مناطق هائلة من القوة المغناطيسية ، وأدركنا أن هذه تؤدى إلى موجات مغناطيسية ضخمة تسير خلال العالم الذى تقف عليه بأقدامنا دون أى اعتراض .

إلا أن الفضاء مازال — بحكم الاحتياجات الفسيولوجية للإنسان الضعيف الفضولى — مازال مكاناً فارغاً قاحلاً . إلا أننا وجدنا أن ذلك الفضاء ، الذى كنا نحسبه فارغاً ، يحوى سبعين جسيماً فى البوصة المكعبة فى المتوسط . نعم هذا ليس بكثير إذا قورن بالجو عند مستوى البحر ، الذى تحوى البوصة المكعبة الواحدة منه ما يحويه ٢٠٠.٠٠٠ ميل مكعب من هذا الفضاء . ومع ذلك فإن هذا القدر يختلف اختلافاً هائلاً عن اللاتى .

على أن هناك فرقاً أعظم من هذا بكثير يمكن رؤيته لأول وهلة . فلو استطعنا أن نجمع كل المادة التى تسبح سباحة حرة فيما بين نجوم مجرتنا ، لاكتشفنا أن المادة الموجودة فى ذلك الفراغ تعادل ما تحويه عشرات الملايين من النجوم .

ولنقض لحظة فى التفكير فى هذا العالم الواسع ، عالمنا ، فى كثافته ، فى حجمه الضخم . ثم أضف إليه القمر ، والكواكب الثمانية الأخرى (بما فى ذلك كوكب المشترى الذى يبلغ قطره عشرة أمثال قطر الأرض) ، والأقمار الثلاثين والكويكبات ، والمذنبات ، وأخيراً الشمس . ثم خذ فى حسابك أن مجرة

طريق التبانة تحوى حوالى مائة مليون من النجوم . هذا فى مجرتنا وحدها .
ثم اعلم بعد ذلك أن بعض هذه النجوم ، مثل النجم العملاق الأحمر المسمى
أبسيلون أوريجى ، من الضخامة بحيث لا يمكن تصور أبعاده ، إذ يلزم تجميع
٢٧ بليوناً من شمسنا لنصنع منها مجرد عملاق أحمر واحد .

فالمادة السابحة فى « الفضاء الفارغ » الذى تحويه مجرتنا وحدها يساوى
كل هذا . على أننا من خلال تلسكوباتنا ، على قدر مايسمح به مدى الرؤية
فيها (ونحن نعتقد فى الوقت الحاضر بنقص كبير فى قدرتها على الرؤية) ،
اكتشفنا أن هناك عدداً من المجرات بلغ من السكثرة بحيث توجد عشر مجرات
على الأقل لكل رجل وامرأة وطفل على عالمنا الصغير هذا . أما عدد
الكواكب فيقدر بعدة تريليونات .

ومع ذلك فإن قلة الزحام قد بلغت فى الفضاء حداً يعتبر معه فارغاً . وقد
قام أحد العلماء مرة بإدخال الحقائق الخاصة بالفضاء الواقع بين النجوم إلى آلة
حاسبة ضخمة لإيجاد نظير لفراغ الكون بالرغم مما يبدو فيه من عدد لا يحصى
من النجوم والمادة الأخرى . فوجد أنه لو اقتصر سكان أمريكا الشمالية بكاملها
على ثلاثة سناجب تبحر طليقة فى أرضها لكان الزحام فى هذه القارة أشد منه
فى الفضاء الذى يقع فى مدى رؤيتنا .

على أننا نرى ، عندما ننظر إلى الفراغ ، تشكيلة متزايدة وأشياء عجيبة .
فالسديم العظيم فى الجوزاء يضم منظرأمد هشاً للفلكيين الذين يقومون بدراسة
النجم المتوسط اللامع ، والذى يبعد عنا مسافة ألف سنة ضوئية . ونحن على
علم أن هذا النجم الواقع فى رمح الكوكبة أوريون ليس فى الواقع نجماً
بالصورة التى نعرفها عن الشمس . فهو فى الواقع سحب غازى هائل الأبعاد،
وما نراه فى تلسكوبنا إن هو إلا هذا « النجم » يضيئه إشعاع صادر من أربعة
نجوم شديدة الحرارة تسبح داخل هذا السحاب الغازى .

فإذا صحت استنتاجات الفلكيين ، فإننا ننظر في الواقع إلى جرم سماوي ولود .

وقد تتضمن الدراسات التي امتدت سنوات طويلة على تلك الظواهر السماوية إدراكاً عميقاً للأحداث التي تشكل الكون . وربما استطعنا في المستقبل أن تثبت إمكان خلق النجوم والكواكب على حد سواء من هذه البروتوبلازم . فإذا كان هذا صحيحاً ، فهناك أكثر من دليل على أنه سيكون حول النجوم مناطق تتكون فيها الكواكب في درجات من الحرارة يسمح مدى ثباتها للماء بأن يبقى ماء ، وتبقى فيها الغازات بتأثير الجاذبية لتتكون منها أجواء . أضف إلى هذه الظروف إشعاعات النجوم التي تبعث بأطوال الأمواج الدافئة . ولما كانت هذه الأجرام الكوكبية بكثرة مذهلة ، فإنه لا بد من أن يكون بينها ملايين العوالم التي تحمل يثبات لا تختلف كثيراً عن البيئة الموجودة على أرضنا .

ويعتقد معظم العلماء أن هناك عدة ملايين من الكواكب التي تحمل الحياة على سطوحها ، والتي ولدت حول نجوم مجرة طريق التبانة الذي يضم مائة بليون من هذه النجوم . ولا نغني بهذا الحديث إلا مجرة واحدة . ولا يسعنا إلا أن نخمن عما حدث فوق هذه الكواكب . على أنه من الصعب أن نذكر ، عندما ندرس نجومًا معينة أو عائلات نجمية خاصة ، أننا ننظر إلى ضوء بدأ رحلته إلى تلسكوباتنا وقت أن كان البير المسيف يطوف الأرض ، وقت أن كانت العقول البدائية لاتعتبر الرجل المتمدين حتى مجرد احتمال بعيد .

أما فكرة وجود الحياة في الكون فأمر دونه حدود هذه الصفحات . إلا أنه موضوع يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالتزام الإنسان بكشف الفضاء — بداية مغامرة قد تستمر آلاف السنين . ويعتقد الفلكي فريد هويل في أن مجرة

طريق التبانة تضم ما يزيد على مليون من الكواكب التي تصلح ظروفها ، لا مجرد الحياة فحسب ، ولكن لوجود حياة بشرية بالذات . كما يعلن فوق ذلك أنه في وسع كوكب من كل عشرة كواكب تزورها يوماً ما أن يبقى على الحياة . وهو يعتقد بناء على ذلك ، مع التقدير المتحفظ ، في أن مجرتنا تحتوي على حياة ذكية بأعداد كبيرة .

وهو يقدر أن هناك ، على الأقل ، عشرة ملايين من الكواكب في مجرتنا . ولنفرض على سبيل الجدل ، كما يقترح ، أن في حساباته خطأ ، وأن الحياة لا يمكن أن تبقى على أكثر من واحد في كل مائة من الكواكب . . فإذا أخذنا هذا الفرض أساساً — وهو ما يعتبره هويل تقديراً فوق المتحفظ — فلا بد من أن تحوى مجرة طريق التبانة وحدها مائة ألف كوكب مسكون .

وإنه لمن المذهل أن الكائنات البشرية شغوفة إلى هذا الحد بالحصول على معرفة عن هذه الموالم . وها هي الرغبة في البحث عن هذه المجالات البعيدة من النكون وقد امتدت من الفلكيين إلى اللاهوتيين ، ثم إلى علماء الطبيعة ، فالهندسين ، ومن الطلبة إلى الأطباء . وها هو امتدادها يزداد توسعاً مع مر السنين إلى المدنيين العاديين .

إنه لمدهش حقاً لأننا استطعنا أن ندرك ، بإحساس عجيب ، أن الأمر الذي كان فيما مضى موضوعاً مبنيًا على مجرد التخمين ، أصبح يقترب بالتدريج من النال . والإنسان مخلوق غامض ، قد يتعلم الطيران في الفضاء بهارة وكفاءة قبل أن يتمشى بمعرفته وقدرته خلال أرضه البكر . فها نحن قد بدأنا حراسة الغلاف المائي الذي يحيط بالأرض . وها نحن نكافح أشد الكفاح ونقاوم أضخم المشكلات ، لمحاولة قطع ثقب عميق في القشرة الأرضية ، لجرد الإلام بما تعويه الأعماق البعيدة تحت أقدامنا . وها هي المناقشات تمتد حتى الليل

بين أساتذتنا العلماء حول ما تتركب منه المادة التي يتألف منها القلب الأوسط في مركز هذا الكوكب .

وها نحن نهتم بصورة الحياة التي قد نجدوها في الفضاء البعيد ، على أبعاد شاسعة إلى حد يفوق إدراكنا . وها نحن نزيد حماساً وجدية نحو الأحداث التي قد تكمن في مستقبل يبلغ من البعد درجة تصبح فيها هذه الأحداث مشا كل أجيال لم تولد بعد ، ومع ذلك نرزع في الجهل بمخصائص عالم يقل بعده عنا عن ربع مليون ميل ، الا وهو القمر .

وقد أصبحت لدينا كميات ضخمة من الإحصائيات عن حجمه وكتلته وكثافته وسرعته المدارية ومحوره وسرعته الدورانية إلى غير ذلك من البيانات الخاصة بالقمر . إلا أننا لازلنا نتجادل في درجة الحرارة على سطح القمر . ويعلو النقاش إلى حد الصياح بين العلماء الرصينين عندما يتجادلون في موضوع مكونات سطح القمر ، إذ يشتد الجدل حول ما إذا كان سطح القمر من مادة هشة لا تزيد في صلابتها عن الفول السوداني ، أو هو بحر عميق من التراب تغطس فيه سفننا الفضائية الأولى بفضيحة ومذلة . هل هو ضلب ومسامي كالقشم ، أو سيهشم مثل الكعكة الأسفنجية القديمة ؟ تشغل هذه الأسئلة وقت آلاف المهندسين والعلماء وساعات بحوثهم . وإنه لما يخيب الآمال أن تتفق عشرين بليوناً من الدولارات لإرسال رجلين في مشروع أبولولييهبطا على سطح القمر بمجرد إثبات أنه ليس مكوناً من مادة قريبة من الجبنة الخضراء . . .

على أنه ليست لدينا أدنى فكرة في وقتنا الحاضر عما إذا كانت حفر القمر قد نشأت عن تفجرات طبيعية نتيجة لثورات بركانية ، أو هي آثار اصطدامات مع أجرام سماوية . قد تكون شهباً ضخمة أو كويكبات كانت مندفعة نحو القمر بسرعات مريعة . وها نحن نعلن أن القمر عالم غريب « لا يتغير » . فإننا لم نسجل أية تغيرات في سداحة خلال السنوات المائة الأخيرة من عمليات المسح

الفلكي . ومع ذلك فإننا عندما نكتشف دليلاً على تسرب الغاز في فوران بركاني، نبدأ بالصياح بعضنا في وجه البعض الآخر . بسبب مصدر هذا الكشف .
فقد حدث في ٣ نوفمبر ١٩٥٨ أن أبلغ أحد الفلكيين الروس ، ويدعى كوزيريف ، عن انبعاث غازات متوهجة تنبعث من وسط منطقة على سطح القمر تعرف باسم أَلُونَصَص . فلما أعلن كوزيريف عن هذا الفوران الخارج من الحفرة ، لم تلق كلماته سوى السخرية وصيحات الاستهزاء . ثم أعلن كوزيريف بعد مضي سنة من هذا الكشف عن تسرب الغاز من داخل الحفرة المروقة باسم أريستاركس ، ولم يكن رد الفعل في معظم العالم الغربي سوى التهمك والسخرية .

وربما كان هذا واحداً من الأخطار العظيمة التي تنشأ عن الوصول إلى استنتاجات عن الظروف خارج عالمنا الأرضي — مشكلة تبرم العلماء عن قبول كلمة غيرهم من علماء بلاد تحكمها أنظمة سياسية مختلفة .

وها هي كشوف كوزيريف وزملائه تلمع في وقتنا الحاضر بالأصالة والصحة . فإن عدداً كبيراً من الفلكيين الأمريكيين قد شاهدوا ما تعجب له معاصروهم من تفجيرات وتسربات للغازات — تشبه ما أعلن عنه كوزيريف — من عالم لم نعد نعتقد أنه « عالم لا يتغير » . فقد شهد جيمس جريناكر وإدوارد بار ، اللذان يعملان في برنامج رسم خرائط القمر التابع للسلح الجوي في مرصد لويل بمدينة فلاجستاف بولاية أريزونا ، شهيداً « بقعاً برتقالية حمرة بالقرب من حافة الحفرة الكبرى أريستاركس وهي امتدادها . ويبلغ قطر تلك الحفرة سبعة وعشرين ميلاً » . وقد تكررت مشاهدتهما منذ ذلك الوقت . كما تأيد ذلك من أرصاد غيرهما من الفلكيين الذين تنهمروا للفورانات القمرية فتتوا تلسكوباتهم المصورة وعيونهم على القمر .

ويبدو بناء على ذلك أن « علم » الفلك عرضة لشكوك الإنسان ، شأنه في ذلك شأن البلاغات السياسية

وقد أصبح موضوع الأقمار التي تدور حول الأرض — القمر الطبيعي والأقمار الصناعية التي ترسلها إلى الفضاء — أصبح موضوع التحدث داخل المنازل . فقد غدا المواطن العادي خبيراً بأحوال الطقس والملاحة والأقمار الصناعية ، سواء منها المحملة بالبشر وغير المحملة بالبشر . ولكن كم من مواطنينا ، بما فيهم المتعلمون منهم ، يدركون أن للأرض أيضاً تابعين سحايين .

وفي وسعنا أن نراها بعبوتنا المجردة بشرط أن تكون ظروف الرؤية مهيأة لذلك ، نراها على شكل بقعتين ضعيفتي الإضاءة . كل منهما في الواقع عبارة عن عنقود أو حشد من الجسيمات الشهابية الدقيقة . يدوران حول الأرض على بعد منها يقرب من ٢٤٠.٠٠٠ ميل — على نفس بعد القمر — ويتقدمان على القمر بزاوية تقرب من ستين درجة . (فقد صورنا للمرة الأولى في السادس من مارس عام ١٩٦١ ثم في السادس من أبريل من عام ١٩٦١ ، وقام بتصويرهما الدكتور كورديلفسكي الذي يعمل بمركز خركوف في بولندة) .

فإذا كان القمر ، مع قرابه على بعد خطوة فضائية واحدة منا ، يشكل لغزاً كهذا ، فكيف تتأكد مما سنجده على الكواكب المجاورة؟ وقد اخترقت الآلات التي حملتها سفينة الفضاء مارينر ٢ ، التي تشبه المدخنة في شكلها ، اخترقت سحب الزهرة ، ولو أن هذا الاختراق كان إلى مدى محدود ، مما يدفع العلماء إلى الشك في نتائجها أما المريخ فعالم يجذبك إلى الخيال وإلى العلم على السواء ، ويبدو أن الدراسة الجوية لهذا الكوكب الصغير الجفاف تؤيد ما تتصوره من أن هذا الكوكب قد يكون الوحيد من بين المجموعة الشمسية ، علاوة على الأرض ، الذي يحتمل أن نجد عليه دليلاً ما للحياة . على أنه سيكون من العبث أن ندخل في جدل حول قنوات المريخ ، فقد وصفها عدد

من العلماء (المسكافين في السحرة) على أنها قنوت ، وعضوف من آكام
الزمان والمكان والحضرة ، وغير ذلك من الأساطير — والأخيرة طبعا من خيالنا .
فلا بد لنا من أن نتنظر حتى تجرى دراسات عن كشف حتى نستطيع أن نخرج
بين الضمين والرجل المباشر .

ومما لا شك فيه أن مدى الفخيل فيما يختص بالريخ أبعد كثيرا عنه فيما
يختص بالقمر . فإن ما لدينا عن المريخ لا تقتصر على المجلات الصخمة المتناقضة
عما ينتظر أن نكتشفه على ذلك الكوكب الأحمر من حيث الظواهر الطبيعية
والظواهر الحسوية ، بل إن علماء الرصدين يعمقون في تهوراتهم ،
وينادون بوجود مدنية متقدمة على هذا الكوكب القريب .

وقد أدت الأرضاد التلسكوبية التي أخذت للمريخ في السنوات الأخيرة
إلى جدل عنيف واحتمالات مشهدة . فقد شهد الفلكيون في كل من أمريكا
وروسيا ، في السنوات الأخيرة ، « سلسلة من الومضات الشديدة اللعان التي
تبقى مدة تقرب من خمس دقائق ، تتبعها سحب في شكل عش الغراب » .

وكان الدكتور فرانك سالسبوري من جامعة كولورادو أول من وصف
هذه الومضات المذهلة التي شوهدت في جو المريخ ، فكتب يقول : « هل كانت
تفجرات بركانية ؟ أو أن سكان المريخ منهمكون في الحاضر في مناقشات
تدور حول الآثار بعيدة المدى لسقوط الغبار الذي .
على أن هذا الاحتمال ، وكل ما يتشعب عنه من استنتاجات ، متروك
أمره لتسليمة القارئ . »

وقد كان القمران الصغيران ، فوبوس وديموس ، التابعان للمريخ ، هما
الآخران مصدراً لصراع هائل بين الفلكيين . إذ يبدو أن نشاط هذين
القمرين في سباقهما حول المريخ يتحدى القوانين الطبيعية التي تتبعها الأقمار —
(م ٢٩ — تحدى القضاء)

وها هو فريق كبير من الماء في شك متزايد في أن قوبوس ، على وجه الخصوص ، ليس قرأ طبيعياً — بل هو جرم صناعي وضعت في المدار سلاطة متقدمة إلى حد بعيد . ففوة الانعكاس من سطح قوبوس قوة غير عادية . كما أن الأرصاد أوضحت أنه يدور في مسار حلزوني يقترب فيه من الكوكب . فإذا صحت هذه الأرصاد كان معنى هذا أن القمر على بعد عدة درجات من المكان الذي تحدده له القوانين الطبيعية في مداره حول المريخ .

ويدعو هذا الموقف إلى حيرة بلغت في شدتها حداً لم يعد من الصعب معه أن تدرك التزام العلماء بإرسال مركبات آلية إلى المريخ ذاته ، تتبعها بأسرع ما يمكن مركبات محملة بالبشر .

ولم يصل الإنسان حتى كتابة هذه السطور إلا إلى اختراق محدود للفضاء خارج عالمنا — الفضاء الذي يختلف تمام الاختلاف عما كنا ، منذ بضع سنوات ، نعتقد فيه من لاشيئية . فإن بين عالمنا والقمر يقع در دور مليء بالطاقة لابد للإنسان من أن يشق طريقه خلاله — در دور وصفه أوران نيكس ، مدير البرامج القمرية والكوكبية التابعة للناسا ، حيث قال :

« غنى في الطاقة والإشعاع والجسيمات المتنوعة السريعة الحركة . فيها نحن نكتشف في الفضاء الواقع بين الكواكب وسطاً مليئاً بالنشاط ، وهو نوع من البلازما المشحونة بالكهرباء يخضع للشمس وتتحرك الأرض خلاله . وقد أجريت فعلاً قياسات لمجموعات هائلة من المجالات المغناطيسية لتيارات كهربائية ترتبط بطريقة ما بالمادة المشحونة التي تقذف بها الشمس وغيرها من النجوم . مجالات وتيارات دائمة التغير . ويشبه هذا الوسط الواقع بين الكواكب في صفاته وخصائصه الطقس الذي يتميز به جو الأرض » .

وليس لدى مجتمع الفلكيين أدنى شك في أننا سننجح في القيام بالرحلة من هنا إلى القمر ، وسننجح في الهبوط على سطحه ، وفي الكشف ، وفي

الزخيل ، بانتظام متزايد على سطح القمر وإليه . وإنا سنقيم في العقد التالي أول محطة دائمة على هذا السطح العدائي للإنسان .

وما هو عصر الفضاء يجري بسرعة مذهلة . فقد كنا منذ سنوات قليلة نحصى القطع المفردة التي بلغ عددها ٣٠٠.٠٠٠ ، والتي يتركب منها صاروخ كبير ، كما كنا تتأوه لهذا التعقيد الحير ، مدركين تمام الإدراك أنه لا بد من أن تؤدي كل واحدة من هذه القطع وظيفتها بدقة متناهية من حيث التوقيت والتناسق مع بقية الأجزاء الأخرى . فنحن نعمل بحزمة مفردة طويلة لا يمكن تصور التعقيد في أجهزتها ووظائفها ، حزمة تعمل في درجات حرارة تتراوح بين ٤٢٣ درجة تحت الصفر وما يزيد على ٣٠٠٠ درجة فوق الصفر ، وتجرى بسرعة تزايد بمجالات تعصر القلب ، وصوت مرعد يبدو وكأنه يشق السماء إلى نصفين .

فمن ذا الذي كان يجرؤ على التنبؤ منذ خمس سنوات فقط أننا كنا سنستطيع إرسال ثلاثة وعشرين صاروخاً دافعاً من طراز ثور — دلنا إلى الفضاء ، وأن كلاً من هذه الصواريخ سيعمل بدقة دون خطأ ، وأنها ستدخل حقولها الصافية — أقمارها الصناعية — إلى مدارات تتفق تماماً والخطط للرسومة ؟ وعلام عندئذ كان كيب كانافيرال ، فقد كان في استطاعة أي رجل أن يراهن على أن هذا سيحدث ، وأن يكسب جميع المراهنين بنسبة مائة إلى واحد . كما أن ما أنجزناه حتى الآن لم يكن منذ خمس سنوات فقط أقل من السحر .

ومع ذلك فسيكون من الجهل أن تقلل من أهمية المهمة الخطيرة التي ستكون أول محاولة للإنسان للإقلاع عبر الفضاء إلى أقرب عالم نراه في السماء . فنحن لا نكتفي بالتفكير في هذا الأمر ، ولكننا نستخدم قنبلاً لإطلاق صواريخ جبار يقرب طوله من ٤٠٠ قدم ، ويزن ما يزيد على ٣٠٠٠ من الأطنان ،

ويُدفع من الأرض بقوة وقوة تسائل ٥٠٠.٠٠٠ رطل ، على هيئة بركان من نار أشبه برمع يزأر في الفضاء .

فيغد أن يشتمل عدد من الآلات الضخمة على التابع وبدقة من الإبرة ، يُدفع الجزء الباقي مما ينطلق من الأرض إلى مدار حول هذا الكوكب ، حتى إذا ما أخذ في الدوران حول هذا العالم أخذت الآلات الحاسبة تطن ، والعلاء يحزقون الحسائات ، مستعينين بمقولهـم الإلكترونية ، ليضمنوا دقة وضع جميع قطع الصورة السماوية في مواضعها الصحيحة . ولا بد من أن تتجمع السرعة والارتفاع والزاوية والميل وألف غيرها من البيانات الدقيقة ، في مذكرة واحدة متوامة . فإذا وقف جميع ممثلي المسرحية السماوية كل في موضعه ، اشتعلت اللمب مرة أخرى لدفع الحزمة الضخمة الدائرة في المدار ، لتخرج منه ، لا في اتجاه القمر ، بل لتتجه إلى مكان في السماء تلتقي فيه مع القمر بعد عدة أيام . وهما قد أصبحت تتسابق مع هدف على مقياس سماوي . ولا بد أن يتم التلاقي العظيم بسرعة سبعة أميال في الثانية . إلا أن العصر التكنولوجي لا يخلو بطبيعة الحال من القول القبل الذي ظللنا نسمعه سنوات طويلة بحماس عظيم في كيب كنيدي — ألا وهو « لو سارت كل الأمور على مايرام » .

ولا بد لرواد الفضاء الثلاثة ، أثناء الاندفاع عديم الوزن مبتعدين عن الأرض ، من أن يقوموا دون انقطاع بمراقبة أجهزتهم على ظهر السفينة ، ولا بد لهم من أن يتنبهوا لعواصف الإشعاعات القاتلة التي تصدر من الشمس ، وأن يؤدوا أنواعاً مذهلة من الأعمال المكثفة بها والتي تبدأ من الملاحظة الفضائية إلى ضمان سلامة عمل الأجهزة الصحية بسفينة فضائهم .

وقد تقع عيننا الإنسان على النجوم . إلا أن معدل نجاحه لا بد مرتبط بالأداء الصحيح لأجهزة أرضية مثل حمام في المدار .

فهناك واجبات إلى جانب واجبات النظر خلف لال الفصحات البصرية

وتتغلف رجل الفضاء — هناك أنشطة أخرى خارج سفينة الفضاء . فيها هو
قالب التعليمات المخروطى الشكل يقع فى مقدمة مجموعة أبولو . وفى هذا القالب
يقطن رواد الفضاء الثلاثة الذين كلّفوا بالقيام بهذه المغامرة القمرية العظيمة .
ويمتد خلف قالب التعليمات قالب الخدمات الضخم قبيح الشكل ، تبرز منه
مصادر القوى وأسلاكها ، وخطوط الوقود والخزانات وأجهزة الضغط ، وآلة
صاروخية ، وقطع الغيار وأجهزة متنوعة تلزم لزيارة عالم آخر . ثم هناك خلف
قالب الخدمات الأسطوانى الشكل يقع أغرب المخلوقات الثلاثة . الذى يطلق
عليه اسم البقة — اسم على مسمى — هذا المخلوق الذى يشبه السرطان البحرى
هو قالب الرحلة القمرية الذى يحمل ، بالرغم من قبح منظره العنكبوتى ، رجليين
إلى سطح القمر ، ويرفعهم ، كما نأمل ، بعيداً عن سطحه ليعودوا إلى لقاء
على بعد مائة ميل من هذا السطح .

ولا بد من نقل البقة الشبيهة بسرطان البحر أثناء الرحلة من الأرض إلى
القمر . لا بد أن يقوم رواد الفضاء من قتل جواهم القمرى من موضعه التبعى
إلى موضعه القيادى وربطه بالطرف الأمامى المخروطى الشكل فى قالب
التعليمات . ويعمل هذا الربط على إحكام فتحة الهواء فى البقة مع فتحة قالب
التعليمات والسماح لرواد الفضاء بالمرور بسهولة بين القالبين .

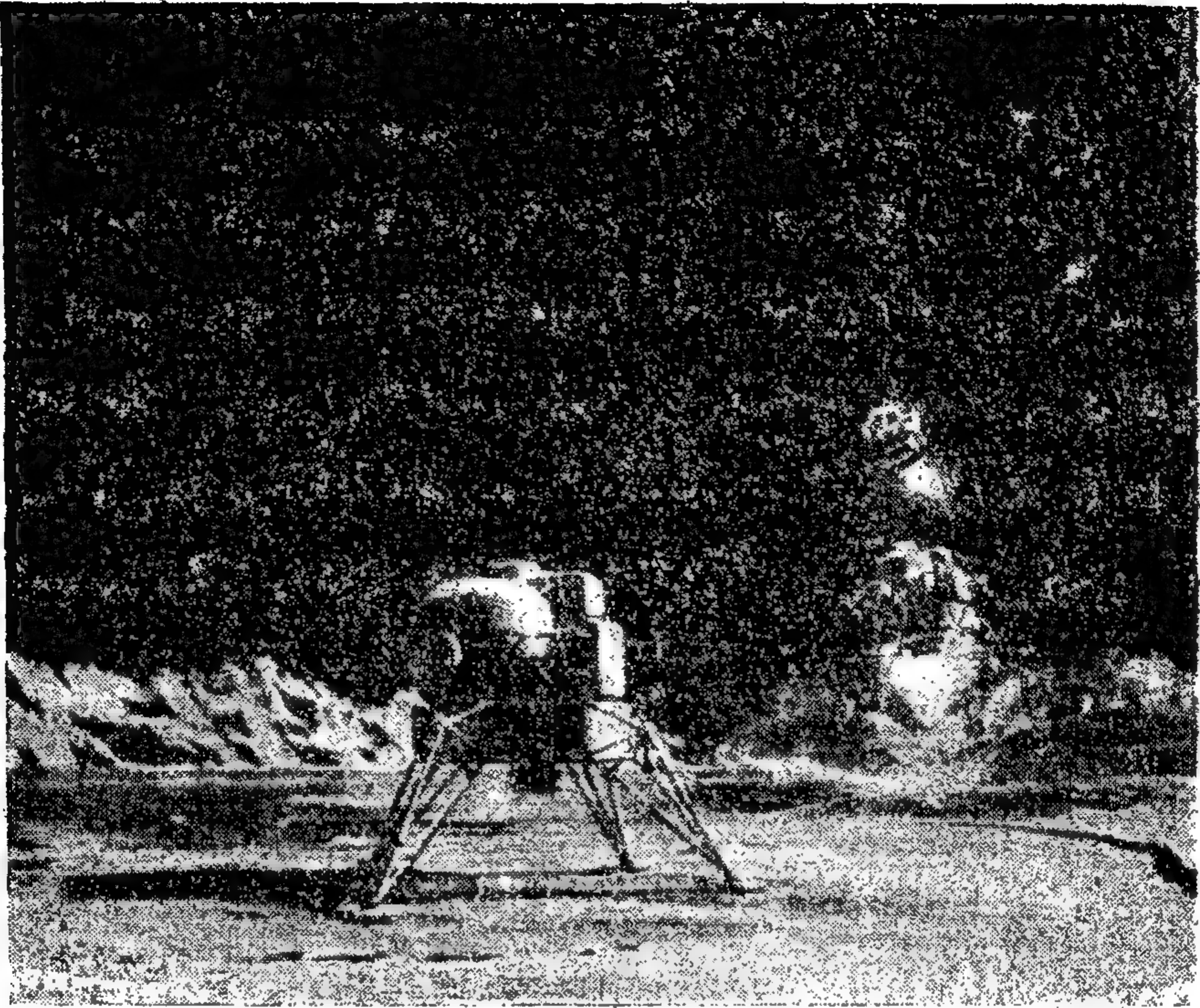
وفى هذا الوصف — الذى تبدو فيه عملية التجميع للعين كأنها عملية تركيب
لعبة فضائية يلهمها طفل خيالى غير منظم التفكير — تخرج السفينة أبولو التى
يبلغ وزنها ٨٥٠٠٠ رطل من المدار لتطير فى منحنى نحو القمر . وفى هذه
المرحلة تجرى فحوص مستمرة للموضع والسرعة ، وللبلاغات المبرقة بين أبولو
والأرض ، للاستعانة بها فى ضمان صحة موضع السفينة فى كل الأوقات حتى
تتحافظ السفينة على موعداها المحدد فى المكان المحدد لملاقاة القمر . فإذا لزم
إجراء تصحيح فى أثناء الطريق ، ولا بد من هذا ، فسيقوم رواد الفضاء

بإشعاع بعض الصواريخ لضبط وجهة أبوللو ، ثم يضغطون على أزرار معينة ، أو يندوزون مقاييس التحكم في الآلة الحاسبة الخاصة بالتفجرات الصاروخية المتعطلة التي تقاس بالتوائى وبأجزاء التوائى . ولا يقتضى الوصول إلى القمر على الطريق المرسوم أن يوضع الخيط في عين إبرة القضاة ، بل أن تجرى مناورات فضائية متمثلة لوضع الخيط في عين الإبرة .

وفي النهاية تشعل بعض الصواريخ الإضافية لتندفع أبوللو ، بعد أن تقع تحت تأثير جاذبية القمر الضعيفة ، ولو أن لها أهميتها ، تدفعها هذه الصواريخ لتزلق إلى مدار أنيق على بعد مائة ميل من سطح القمر الذى تبدو عليه الحفر والبثور . وبعد أن يجرى رواد القضاة مسحاً دقيقاً لسطح القمر في الدورات التالية ، يقوم اثنان منهم بتوديع زميلهم الثالث للكلف بالبقاء في مداره حول القمر ، ثم يسبحان إلى البقة ، ويحكان قفل فتحة الهواء ، ويندفعان بعيداً ، ويشعلان بعض الصواريخ الرد فعلية بحيث تسبح البقة إلى الوجهة المطلوبة لتندفع بفعل صاروخ آخر نحو مدار ناقصى تقترب فيه إلى بعد عشرة أميال فوق الحفر المتشابهة ، والسلاسل القمرية التي تشبه أسنان للنشار . وبعد ذلك تقوم البقة بإجراء بعض مناورات يحاول رائدا القضاة أثناءها دراسة السطح الذى يطيران فوقه ، ويستعدان للنزول على تراب القمر .

وفي النهاية يقرران الوصول إلى لحظة « العمل أو الموت » فتندفع البقة إلى وجهة المبوط ، بينما تعمل الصواريخ على الاحتفاظ بالوجهة المطلوبة ، ثم يشعل القائد صواريخ المبوط التي تنذف باللهب إلى الخارج لتبطيء حركة البقة في طيراتها المدارى ، وتبدأ البقة في المبوط هبوطاً محكوماً نحو السطح القابع في انتظارها .

على أن القمر الخالى من الهواء (يكاد يخلو منه) لا يبدى مقاومة لمبوط أبوللو إليه ، يعكس المبوط على سطح الأرض وما يسيبه جوها من عجلة إبطائية .



(شكل ٣٢)

قالب الرحلة القمرية وهو يهبط من مداره الناقص حول القمر في هبوط منحدر تدريجي نحو سطحه . ويساعد الصاروخ الوحيد الكبير قالب الرحلة القمرية على إجراء المناورة والتحليق والانتقال إلى منطقة آمنة للهبوط .

ولولا ضخيم أجهزة التكييف ، وصفيير الهواء ، واللفحات النارية الصاروخية المتقطعة ، نخلت عملية الهبوط من الصوت تماماً . ونمّا لاشك فيه أنهما سيكونان منمكين في العمل داخل البقة أثناء اللحظات التي يهبطان فيها على سطح القمر . إلا أنه قد تأتي لحظة يتمنى كل منهما لزميله الحظ السعيد ، ويسمعان فيها صرخة تشجيع مدوية صادرة من رائد الفضاء الثالث الذي تخلف ليدور حول القمر على بعد مائة ميل منه .

أما مناورة الهبوط فستكون عملية بديعة . وفي وسع البقة أن تنتقل على سطح القمر . فلدى القائد من وقود المناورة ما يكفيه ستين ثانية ، يجوز له أثناءها

أن ينتقل من جانب إلى الجانب الآخر ، أو ينتقل إلى الأمام أو الخلف ، أو أن يتخذ طريقاً دائرياً حول قبة سمج في سطح القمر . إلا أنه لا يملك لذلك غير ستين ثانية . ويعني هذا بدلالة المسافات ألف قدم في أي اتجاه من النقطة التي هيبت عليها .

« فإذا سار كل شيء على ما يرام » (ونريد هنا هذا القول القليل) فإن أشياء كثيرة سوف تحدث . فستهبط البقة على سطح القمر دون أن تصطدم به وسيكون المهبوط نحو القمر في وجهة صحيحة بحيث يستقر على السطح دون أن تغوص إلى « كذا » من الأقدام في التراب الماص الجشع ، وتستمر آلاف قطع البقة في تأدية وظائفها حسب الخطة المرسومة التي وضعها المقاولون الذين يبعدون عن القمر مسافة ربع مليون ميل .

وتتوقف مدة بقاء رائدي الفضاء على القمر على عدد من العوامل . وتتضمن المعادلة التي تشمل هذه العوامل موضوع الوقت الذي انقضى في الطريق إلى القمر واستهلاك الوقود ، وما إذا كانت الظروف على سطح القمر كما توقعناها ، وعلى الإطلاق في الفضاء من حيث العنف الذي لم نكن قد توقعناه من الشمس ، وما إذا كانت السفينة تصاب بضربة من شهاب ، وظروف الرائدین التي قد تتأثر تأثيراً خطيراً إذا سار واحد منهم فوق صخرة وتسبب في كسر ساقه . وستلعب بدل الضغط وتتألق أمام أضواء التصوير الفوتوغرافي ، ولسكنها تبدو قبيحة المنظر عندما تنتفخ .

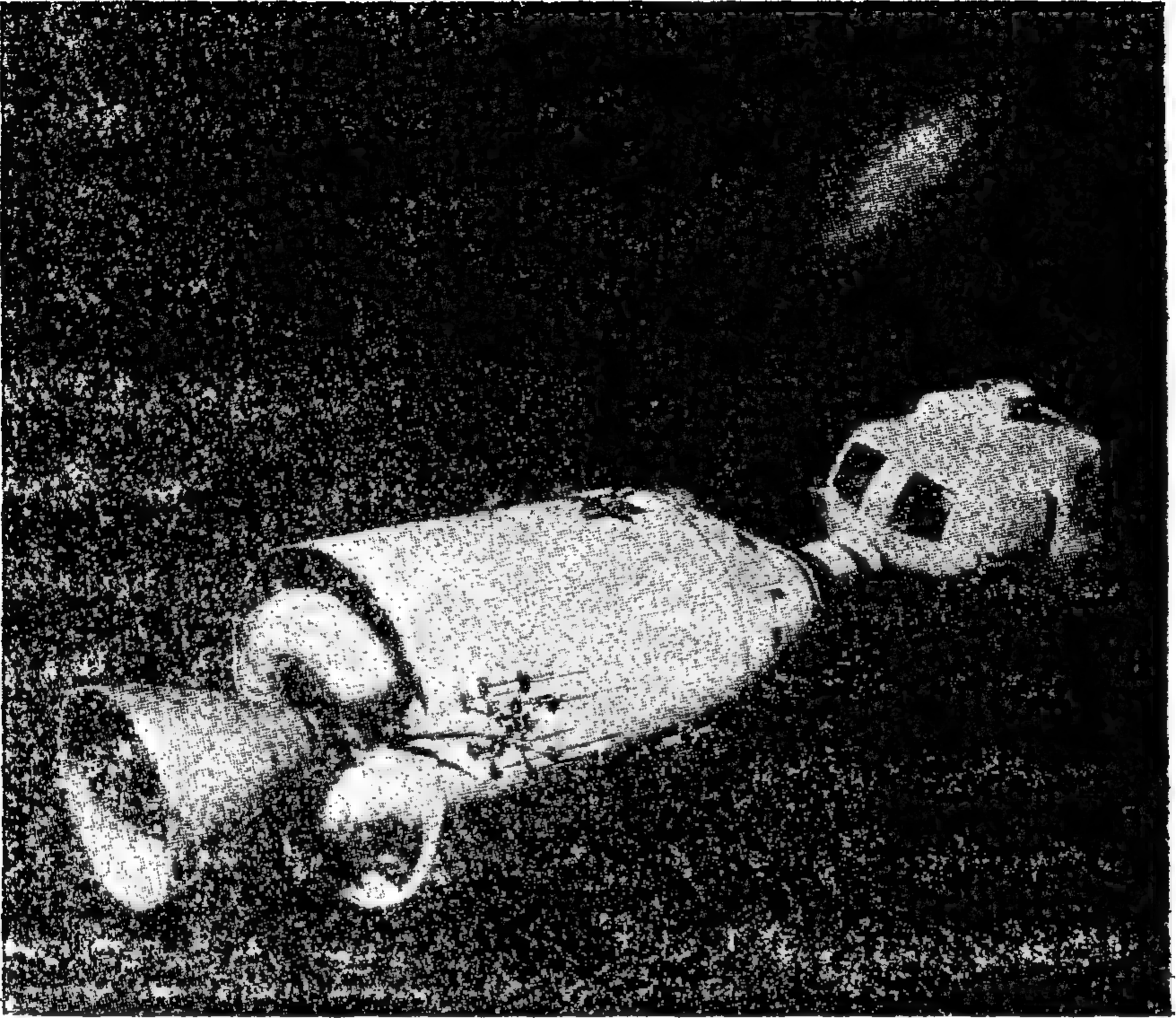
فإذا تسبب واحد من العوامل المائة في تقصير المدة ، فما على رائدي الفضاء إلا التمسك في تشغيل الأجهزة التي جلاها معها إلى القمر ، والقيام بالتجارب العملية (بما في ذلك الأجهزة التي سبقت على القمر لإبراق البيانات إلى الأرض بدرجة البقة) ونجح هينات من تراب القمر وأحجاره حتى يتمكن العلماء الأرضيون من إجراء فحوصهم عليها . وعلى ذلك فسيترأوج تقدير مدة بقاء

الرائدين على سطح القمر بين ساعتين وأربعة أيام .
ولم ينته اللهو واللعب عند هذا الحد . فهناك أمر الرحيل عن سطح القمر ،
وإجراء بعض المناورات العنيفة للعودة إلى الوطن . فلا بد للرائدين ، بعد أن
يودعا الأحجار على ظهر البقرة ، ويقتلا أبوابها ، من أن يقوموا بتشغيل آليتهما
الحاسبة بدقة وعناية فائقتين لتحديد الوقت المضبوط الذى يضبط فيه القائد على
زرار الانطلاق . فلا بد من أن يتناسق عملهم على القمر إلى أقرب ثانية مع أبولو
التي لا زالت تندفع فى سكون فى مدارها حول القمر . إذ أن مفتاح العملية
هو اللقاء .

ويعمل الجزء الأسفل من البقرة ، ذو الأرجل المغزلية الشكل ، بمثابة قاعدة
لإطلاق الجزء الأكبر الذى يحوى رائدى الفضاء والعينات التى جمعها من
فوق سطح القمر . فإذا ما انتهى الفحص التأكدى والمد التنازلى ، أشعل
القائد آلة الصعود الصاروخية . فإذا كان كل شيء يسير على ما يرام ، وانندفع
الذهب من قاع البقرة نحو نصفها الأسفل ، فقد أصبح فى وسع الرائد أن يفرض
أنهما لم يصبحا أول رائدين يحكم عليهما بالنفى على سطح القمر .

أما البقرة ، التى تبدو كحشرة ضخمة تسبح فى الفضاء ، فستندفع بعد نزع
سيقاتها ، فى قوس إلى أعلى يتبعها لهايها للتأجج الخارج من نصفها السفلى . ولا بد
فى هذه المرحلة من مراعات الصعود بسرعة مضبوطة ، وفى مسار مضبوط ،
وبميل مضبوط ، وعلى قوس مضبوط — كل هذا مع توقيت مضبوط — حتى
تهبأ الظروف للبقة والسفينة أبولو بالتقارب بينهما فى المدار القمرى . فإذا
سار كل هذا كما يجب ، باستخدام كمية الوقود التى فى حوزة البقرة ، استطاعت
البقرة والسفينة الأم من الانزلاق على هيئة تشكيلة .

وهنا تشعل صواريخ المناورة فى كليهما ليم الاتصام بينهما . وعندئذ ينقل
الرائد ان عيناتهما ، من التراب والأحجار ، من البقرة إلى قالب العينات . فإذا



(شكل ٢٣)

تلاقى قالب الرحلة القمرية بالسفينة أبوللو على بعد مائة ميل من سطح القمر بعد رحيله. منه ويجري قالب الرحلة القمرية مناوراته للالتحام بالسفينة الأم. ثم يقوم الملاحون بنقل الآلات والمعدات القمرية والصور ونتائج التجارب التي أجريت على سطح القمر إلى أبوللو. وعندئذ يفك قالب الرحلة القمرية ويترك كسفينة مهجورة بينما تبدأ أبوللو رحلة العودة إلى الوطن.

ما تم ذلك قام الرواد بفك البقعة دون أى احتفال لترك كالسفينة المهجورة في مدارها القمري بينما يقوم قائد السفينة أبوللو بإشعال آلاته لبدء رحلة العودة إلى الوطن.

أما الحقيقة المكدره عن العيش في الفضاء ، في مغامرة من النوع الذي يخطط لمشروع أبوللو ، فهي أنه لن تأتى لحظة يستطيع الرواد فيها أن ينالوا شيئاً من الراحة أو الاسترخاء. فهم يشعرون أن « كل شيء يسير على حزم مقطوع وأنتا عائدون إلى الوطن ». فالطيران الفضائي يتطلب الخضوع لجميع المطالب

حتى تأتي اللحظة التي يستريح فيها قالب التعليمات على سطح الأرض في سلامة كاملة . ولا بد لرحلة العودة من المدار القمري حتى الدخول في جو الأرض من أن تؤدي بنفس الدقة التي تطلبها رحلة الخروج إلى الفضاء . فإذا لم يتخذ قالب الخدمات الضخم مداراً منعنياً مضبوطاً (يجوز تعديله أو تصحيحه إلى حد ما إذا لزم الأمر) أشبه بأنبوبة وهمية ضيقة تمتد بين القمر والأرض ، فيطلب أن يتغدا عن كوكب الأرض ابتعاداً كلياً . ويعنى هذا في الظروف الفضائية افتقاد الأرض إذا لم تقترب منها على طريق مضبوط سبق تعيينه بالحسابات الدقيقة ، هو ذلك النفق الوهمي الضيق .

فإذا ما اقتربت السفينة من الأرض قام الرواد بفك قالب الخدمات هو الآخر ، ووضع قالب التعليمات بحيث يحترق الجو بدرعه الحرارى مواجهاً لخط الطيران . ولا بد في هذه المرحلة من أن تم كل حركة بمنتهى الدقة التي تصل إلى الأس النوني ، وإلا كانت المكافأة لدخول الجو بطريقة خاطئة صدمة مدوية بسرعة ٢٥٠٠٠ ميل في الساعة . فلا يمكنك أن تحيا إذا أخطأت وأنت تسير بهذه السرعة . فها هو قالب التعليمات يواحه في مقدمته قوى الدخول في الجو التي ستصبح ظاهرة للعيان في هيئة موجة صدمية صارخة تصل حرارتها إلى ١٥٠٠٠ درجة فهرنهايتية ، أى نصف درجة حرارة سطح الشمس . أى أنه ستتولد على سطح الدرع الحرارى للنفق المائل درجات من الحرارة تبلغ عدة آلاف .

وتم عملية الدخول إلى جو الأرض في ممر متسع منبسط — فإذا زاد ميل السفينة أثناء اصطدامها بالجو كثيراً ، ففى وسعها أن تخرج من مجال الأرض وتبتعد مولولة نحو الفضاء ، وربما إلى غير عودة لتعكم على سكانها بالموت البطيء عندما ينفذ الأكسجين من السفينة . أما إذا كان الميل صغيراً أكثر من اللازم ، فلن تدخل السفينة إلى جو الأرض فعسب ، ولكنها ستعطل

بالمهواء المتكاثف في عنف شهاب جملاق ضيل طريقه وسار على غير هدى ،
وتكون النتيجة هي نفس النتيجة . ناراً ملتهبة مستعرة تشير إلى العسودة
إلى الأرض .

ولا يشك أحد في قدرتنا على أداء هذا العمل ، وبتجاح تام .
على أنه مما يصعب قبوله أن هذه المهمة ، في نظر الأطفال الذين سيقراءون
عن الحدث في الجرائد — نفس الأطفال الذين سيخرج منهم رواد فضاء الغد
— ستكون حدثاً كبيراً فيه .

وربما كان هذا أعجب ما في الأمر . أما نحن الذين راقبنا الطيور الأولى
تقذف بلهبها غير كافيرال ، وأشعلنا صواريخ القانجارد والثور — إيل
والرينجر ، فسننظر إلى الرحلة القمرية الأولى التي اشترك فيها رجال ، على أنها
منتهى النصر في كفاح طويل مرير .
أما في نظر الأطفال فهي مجرد بداية .

الفصل الرابع عشر

ارضاد الكوكب السائل

ما زالت مسألة الحياة على العوالم الأخرى المنتشرة في الفضاء ، والصورة التي تتخذها ، موضوعاً محيراً له عدد لا نهاية له من الاحتمالات ، موضوعاً يشغل اهتمام محروى ملاحق يوم الأحد كما يشغل تفكير العلماء والفلكيين الرصينين . وينادى الرياضيون بأنه لا بد ، على أساس رياضي بحث ، من أن تكون هناك عدة ملايين من العوالم قد نشأت عليها حياة على درجة عالية من الرقي والذكاء . على أنه ليس من الضروري بطبيعة الحال أن نصل بخيالنا إلى منتصف الطريق عبر السكون للبحث عن دليل لوجود هذه الحياة . فها هي الإجابات الحاسمة تقع على بعد أقرب إلى وطننا بكثير . بل إن بعض هذه الإجابات قد وجدت في الواقع هنا على الأرض داخل أحجار عادية — عادية في مظهرها ، ولكنها تقوم مقام الأفلاك الفضائية ، إذ تحمل بذور الحياة داخل قلوبها الصلبة .

فقد قام العلماء بدراسة كثير من الشهب التي سقطت على سطح الأرض . واكتشفوا داخل عدد كبير من هذه الرسائل الحجرية ، القادمة من مكان ما خارج غالفا ، جزيئات تشبه المركبات الأساسية للمادة التناسلية التي تؤدي إلى صور الحياة للوجود على كوكبنا . وها هو الدكتور ميلفين كاليفين ، من جامعة كاليفورنيا ، يقدم لنا أول دليل هام على أنه لا بد من وجود ظروف في الفضاء ، غير الأرض ، تصلح لتكوين الصور الحية الأساسية .

فقد قال الدكتور كاليفين : « لقد وجدنا دليلاً معقولاً لوجود جزيئات

من النوع المعطى مختلف الدورات ، شبيهة بالبيريميديئات الموجودة في السادة التناسلية الأرضية » .

على أن المركبات المختلفة الدورات من بين المواد الأساسية للنيوكليوتيدات التي تكون جزءاً من السليم يؤدي إلى وحدات التركيب الأساسية التي يتركب منها حامض النيوكليك الذي يتركب منه الجينات ناقلات الوراثة . أما البيورينات والبيريميديئات فتتركب منها مركبات الأزوت والإيدروجين والكربون التي تتحد مع السكر وحامض الفوسفوريك لتكون النيوكليوتيدات . ويعتقد الدكتور كالين أن هذه الصور الكيميائية البدائية كانت موجودة على الأرض منذ زمن بعيد سابق للوقت الذي ظهرت فيه الصور البيولوجية . وكانت من الضروري أن تؤثر الأشعة الكونية والعواصف الكهربائية والضوء فوق البنفسجي (وكانت كلها متوفرة) لجمع بين العناصر البدائية لتتكون منها جزيئات تتدرج في تعقيدها . وحان الوقت لنشأة النيوكليوتيدات ، ثم تبعها الأحماض النيوكليكية والكروموزومات الناقلة للجينات . على أن هذه الصور البدائية لا وجود لها على الأرض في الوقت الحاضر ، والمعتقد أنها اختفت من الوجود منذ ملايين السنين ، وأنها انقرضت بتكوين الجزيئات البيولوجية للمقدة التي نشأت منها الحياة الراقية .

ويوحى اكتشاف أول صور بدائية للحياة في الشهب بشدة ، في رأى الدكتور كالين ، بأن تكوين الجزيئات عملية تجري فيما وراء الأرض ، وأنها تشكل نشاطاً لحيوياً . ومن هنا نصل إلى القرار الذي لا مفر منه ، من أنه إذا تهيأت الظروف التي لا بد أن تهيأت على الأرض بعد أن تكونت بقليل ، لم يعد هناك مفر من نمو الحياة نتيجة لهذه الظروف ، لا بمجرد الصدفة .

إلا أن ما قام به الدكتور كالين من إثبات وجود صورة الحياة البدائية

لم يؤد بأي حال من الأحوال إلى حل أكثر اللواضيع العلمية تعقيداً — مصدر الحياة ذاتها . ولكنه ساعد ولا شك في إلقاء مزيد من الضوء على هذا الأمر — وأثار مزيداً من الاهتمام بنشأة صور الحياة التي قد تظهر في ظروف تختلف تماماً عن الظروف القائمة على عالمنا . فربما كانت الظروف التي تراها غير صالحة بتاتاً للحياة ، لاتصلح لأنواع الحياة التي تتصورها في خيالنا المحدود . على أن الحياة في هذه العوالم قد لا توجد فحسب ، بل قد تمتش وتصل إلى أعلى مراتب التطور .

وهام علماء الكيمياء الحيوية والطبيعة الحيوية قد أصبحوا أكثر مرونة في معالجتهم لنشأة الحياة في العوالم الأخرى . فلا بد من معالجة هذا الأمر ، لاتبعاً لما نعرفه عنه على الأرض ، ولكن على أساس وجود مجموعة لانتهائية من الظروف والاحتمالات .

ويشير تقرير لجنة العلوم والملاحة الفلكية المنبثقة من مجلس النواب الأمريكي في دورته السادسة والثمانين بعنوان « تقرير عن علوم الحياة والفضاء » إلى أنه لابد للعلماء من أن :

« يبحثوا عن الطريقة التي بدأت بها الحياة ، وما إذا كان هذا الأمر حدثاً نادراً أو هو عملية عادية مستمرة . كما أن عليهم أن يبحثوا فيما إذا كان هذا يحدث على أساس الكربون والهيدروجين والأزوت مضافاً إليها الكلسيوم والفوسفور والكبريت وآثار طفيفة من عناصر أخرى ، كل ذلك في حدود مدى ضيق من درجات الحرارة ، أو أن هناك احتمالات أخرى . فهل يمكن مثلاً أن يحمل السيليكون محل الكربون ؟ وهل في وسع تجميعات أخرى مختلفة تمام الاختلاف أن تقدم لنا الحياة في درجات حرارة وضغوط تختلف كثيراً عما ألفناه هنا ؟ كما أنه لابد للفرخين وعلماء البشرية وعلماء

الاجتماع من أن يبحثوا تطور المدنية بوجه أعم، والفلاسفة أن يبحثوا الأهداف التي تسعى إليها المجتمعات الأخرى . على أن هذه المشاكل تتضاعف بنسبة لانتهائية تقريباً ، كما أنها قد أصبحت بطريقة أو بأخرى في مرحلة متأخرة بحيث يمكن أن يظهر الفلك اللاسلكي في الصورة حتى يستمع إلى الإشارات الحقيقية ، ولو أن الفلك اللاسلكي من أفضل الوسائل المتابعة الأبحاث الكونية الأساسية .

« وستزداد تجارب علوم الحياة جرأة في المستقبل القريب ، وستتطلب تعاوناً وثيقاً جداً بين التكنولوجيين الذين يصنعون مركبات الفضاء وعلماء الحياة ، وإنه لمن الواجب عالياً في خلال هذا العقد أن يكون لدينا سابرات للفضاء تستطيع أن تدخل إلى جو كوكبي المريخ والزهرة . ولكن كيف تستطيع هذه السابرات أن تلتقط العينات وتحفظ بها لتحليلها بعد عودتها إلى الأرض من حيث محتواها الحيوى الدقيق ؟ وهل سيكون لزاماً علينا أن نعيد هذه العينات لتحليلها في معاملنا ، أو أن نصنع إمكانيات آلية لعمليات التحليل في سفينة الفضاء ، على أن تترك بنتائجها إلينا على هذه الأرض .

« وإذا اقترب زائر ما من الأرض ، فما مقدار ما يستطيع إدراكه عن صور الحياة ومرتبة التطور وهو ما زال في المدار ؟ ولا شك أن العالم التي صنعها الإنسان لن تؤثر في نفسه إلا إذا استخدم تلسكوباته في فحصها ...

« على أن هناك موضوعاً يصلح غذاءً للفكر . فلنبداً ، بدلاً من أن نفكر في الطريقة التي نكشف بها العوالم الأخرى ، بعكس الصورة ونفكر في الطريقة التي يحاول بها عقل ذكي آخر فحص عالمنا ، الأمر الذي يدعونا إلى التفكير في أمر الصورة التي تبدو فيها لشخص آخر .

وقد كتب ميشيل كوزاك مقالاً لمعالجة هذا الموضوع ، يمد أصكتر

ما كتب إثارة ، وكان بعنوان « أرصاد الكوكب السائل : منظر الأرض من بعد » .

ويشير محررو مجلة « إير فورس - سبيس دايجست »^(١) (الذين تفضلوا بالسماح باستخدام مقال للستر كوزاك للنشر في عدد يونيه ، عام ١٩٦٣) إلى مقال المستر كوزاك الذي كان بمثابة تقرير من المريخ عن العالم العجيب الذي نطلق عليه نحن سكان الأرض اسم الوطن . وها هو التقرير الخالص الذي كتبه المريخيون عن هذا العالم الساحر ، ثالث العوالم من الشمس :

« أطلق أجدادنا على جارنا القريب من الشمس اسم «الكوكب السائل» بسبب ما يظهر في وسطه من بروز ، وما يبدو على ملامحه من تغير دائم . وقد أصبحنا الآن بعد دراسة استمرت بضعة قرون ، أصبحنا نعرف أن الكوكب في غالبه جامد ، وأن المعالم السطحية الحقيقية لا تتغير في الواقع . إلا أن الأرصاد التي أجريت عن كسب قد أوضحت أن الكوكب جدير بهذا الاسم ، إذ أن سبعين في المائة من سطحه من السوائل ، مما يجعل الهبوط عليه أمراً مستحيلاً ، ولو أنه في غاية الخطورة . أما حسنات وسيئات هبوط من هذا النوع فأمراً لا يمكن مناقشته بطريقة سليمة دون مراجعة ما ندركه عن الكوكب السائل .

كوكب مزدوج

الكوكب السائل ثالث الكواكب من الشمس . ومن الواضح أنه عالم أصغر عمراً من عالمنا ، فهو يمتاز بغلاف غازي كثيف ، وبوفرة في السائل السطحي ، ووسطح يبدو عليه الاضطراب - كلما ظروفاً كانت سائدة لدينا في وقت ما . أما قره فهو أكبر الأقمار في المجموعة الشمسية بمقارنته بالكوكب

(١) Air Force space Digest

التابع له : على أن الكوكب السائل وقره يبدوان عند النظر إليهما بالآلات البصرية البسيطة من السطح الإثيرى (الريخى) ^(١) كما لو كانا كوكباً مزدوجاً. كما أن هذا الكوكب للزوج أكثر الأجرام السماوية لمعاناً إذا استثنينا الشمس والقمرين التابعين لنا .

صور عاصفية

ولا يبدو الكوكب السائل فى لون واحد ، إذ يظهر فى ألوان باستيلية متغيرة تسود فيها الخضرة المائلة إلى الزرقة ، والبنية المائلة إلى الحمرة . على أن السحب تحجب معظم تفاصيله السطحية . وقد شعر قدماء الفلكيين فى الواقع أن كتل الأنقاض الضخمة تلقى على سطح الكوكب السائل المضطرب هى السبب فى ظهور للعالم الدائمة التغير . على أننا ندرك فى الوقت الحاضر أن هذه الأنقاض هى السحب التى تنتقل فى ربوع الطبقات الغازية القريبة من السطح . كما نعرف فوق ذلك أن هناك معالم ثابتة معددة تكمن تحت السحب : هى عبارة عن كتل من المواد الجامدة والسائلة مختلطة فى أشكال غير منتظمة .

أما الكتل الجامدة فتتغير ألوانها من وقت إلى آخر . وكان المراقبون الأوائل يعتقدون أن هذه التغيرات تحدث كما يعين لها . إلا أن الأرصاد الحديثة قد أوضحت لنا أن هذه الصور موسمية بطبيعتها ، وأن مواسمها أقصر من مواسمنا هنا .

ويبدو السطح الحقيقى للكوكب السائل سطحاً أملس (يبدو السطح أكثر ملاءمة مما هو عليه فى الواقع إذا نظر إليه من بعد يقرب من ستة عشر أمثال نصف قطر الأرض) باستثناء بعض الشواذ . على أن هناك دليلاً على قيام العواصف العنيفة التى تهب بكثرة بالقرب من سطح الكوكب . وربما كان

(١) العبارات المحصورة بين الأقواس من تعليقات المؤلف الأرضى .

السبب الرئيسى لهذه العواصف هو حجم القمر الكبير وقربه من الكوكب ، وما ينتج عن ذلك من آثار على السائل السطحي . ومن المحتمل أن تنتقل حركة السائل إلى الطبقات الغازية السفلى ، ثم تنتشر إلى ما يليها من الطبقات . وتوحى ظاهرة ارتفاع وحركة مستودعات السوائل الجوفية فى كوكبنا ، والتي تقسب عن قمرينا الصغيرين ، توحى بالآثار العميقة التي يسببها القمر على الكتل السائلة . كما يحتمل أن تتأثر كتل الغاز الكثيفة التي تقع بالقرب من سطح الكوكب السائل بنفس الطريقة . كما أننا نشعر أن هناك تفاعلاً بين الطبقات الغازية السفلى والسائل السطحي يؤدي إلى وقوع الاضطرابات .

وقد أشارت سفننا الفضائية إلى عامل آخر من العوامل التي تؤدي إلى قيام العواصف فى مختلف مناطق الكوكب ، هو أثر الإشعاع الشمسى الشديد الذى يحيط بالكوكب السائل . ويبدو أن كثافة الطبقة الغازية تتغير بتغير النشاط الشمسى . فها نحن نعتقد أن التغيرات التي تطرأ على النشاط الشمسى تنتج تغيرات فى درجة حرارة الطبقات الغازية الخارجية ، مما يسبب بدوره قيام حركة فى كل البناء الطبقي الغازى . ومن المحتمل أن تنتقل هذه الحركة إلى السائل السطحي ، مما يسبب قيام سلسلة من العواصف العنيفة المعقدة . وربما كان من الأنسب ، لهذا السبب ، أن نطلق على هذا الجرم اسم « الكوكب العاصفى » .

كشف وعميق وعميت

وقد حصلنا على فيض من المعلومات فى السنوات السبع الأخيرة (١٣١٦ سنة أرضية — إ د) ، التي استخدمنا فيها السفن الفضائية ، يزيد على ما حصلنا عليه من الأرصاد التي أخذت من القواعد الإثيرية فى القرون السابقة . وها هي سفن الفضاء التي اخترقت حلقة الجسيمات المشحونة التي تحيط بالكوكب ،

تقدم لنا كثيراً من المعرفة عن الطبقات الخارجية من الغلاف الغازى . وقد أرسلنا سفناً آلية إلى أعماق أبعد الطبقات الغازية . إلا أن معظمها لسوء الحظ قد فقد . ولكن قد يكون ما استعيد منها مفتاحاً لاختراق السطح . كما أننا حصلنا على بعض المعرفة الهامة عن معالم السطح من هذه السابرات غير المحملة بالبشر .

وقد دخلت سابراتنا للمستعادة بزاوية ضحلة . ويبدو أن هذا كان السبب في تجمتها ، إذ أن السفن الأخرى قد شوهدت وهي تشتعل عند دخولها إلى الطبقات السفلى الأكثر كثافة بزاوية أكبر . وقد كنا قد توقعنا شيئاً من هذا القبيل من خبرتنا في العودة إلى جونا الإثيرى ، مما دعانا إلى إعداد سفننا الآلية بأجهزة تحكم إبطائية تقلل من سرعاتها ، وبالتالي من حرارة الاحتكاك . وقد أدى هذا بنا إلى الاعتقاد في أن طبقات الغاز العميقة تحوى بعض العناصر الكيميائية التى سببت تدمير سفننا ، ولو أن الغلاف الغازى المتعدد الطبقات قد يكون بمثابة درع واق من الشهب والبلازما الشمسية الضارة .

ويزيد عمق الغلاف الغازى للكوكب السائل كثيراً عن عمق غلافنا . ويتكون الغلاف الغازى الخارجى من طبقات عميقة من الغاز الخفيف ، بينما تزداد رقة طبقات الغاز ، وتزايد كثافته ، كلما اقتربنا من سطح الكوكب . وقد دخلت سابراتنا للمستعادة طبقة عميقة من الإيدروجين يتكون منه الغلاف الخارجى . أما الحد الأعلى لهذه الطبقة فمن الصعب جداً تحديده بسبب اقتراب كثافة الجسيمات فيه من كثافة الغاز الذى يقع فيما بين الكواكب . وتلى طبقة الإيدروجين طبقة من الهيليوم ، التى تليها على ما يبدو طبقة رقيقة يسود فيها الأكسجين النوى والأوزون . أما الطبقة القريبة من السطح



(شكل ٣٤)
الكوكب السائل .

فهي أكثر كثافة من أى جزء من جونا . وقد بينت الدراسات الطيفية أن تلك الطبقة تتكون من الأزوت والأكسجين .

وقد عينا على الطبقة الخارجية ذات الكثافة المحسوسة فكانت ما يقرب من ٩٢٠ و٥ إلتات (أى ما يقرب من ٤٨٤ و٢ من الأميال . ويبدو أن الإلت ، الذى يحتمل أن يكون الوحدة الأساسية لقياس الأطوال فى المريخ ، يساوى جزءاً من عشرة آلاف من قطر المريخ - إ د) . كما تمكنا من قياس طبقة الميليوم بزيادة قليلة فى درجة الدقة فوجدنا أن عمقها يبلغ ٢٠٩ و٢ من الإلتات . أما طبقة الأكسجين الذرى فتبلغ من العمق ٣٠٢ و١ إلت ، فى حين يبلغ

عمق الطبقة الكثيفة ، إلى درجة كبيرة من التقريب ، ١٧٧ إلثا . وبذلك يكون عمق الغلاف الجوى بأكمله حوالى قطر كوكبنا نحن .

حزام الجسيمات المشحونة

وتحيط بالكوكب السائل ، علاوة على الطبقات الغازية ، حلقات أخرى ، أهمها حزام من الجسيمات المشحونة فائلة التركيب ، تمتد من الطبقة الغازية الخارجية ، نحو الخارج ، حتى حوالى ١٥٠.٠٠٠ إلثا من سطح الكوكب . وقد مررنا فى الواقع خلال الجزء الخارجى من هذا الحزام ، وأجرينا قياسات على جسيمات مشحونة بلغت طاقتها بضعة ملايين من الإلكترون — فولت . ولما كان هذا الحزام باقياً حول الكوكب السائل ومتحركاً معه فى الفضاء ، فلا بد من أن يكون لهذا الكوكب مجال مغناطيسى قوى . وربما كان السبب فى ذلك وجود قلب سائل أوبلاستيكى فى الكوكب السريع الدوران الذى يقل فى سرعة دورانه عن كوكبنا بقدر طفيف . إلا أننا نعتقد أن قلب الكوكب يشغل من الحجم ما يقرب من ضعف حجم قلب كوكبنا ، وأن درجة حرارته أعلى بكثير من نظيرتها فى كوكبنا ، إذ أن مجالنا المغناطيسى أضعف من مجاله .

ولما كانت قلوب الكواكب تبرد وتنكش مع مرور الزمن (ولازال هذا رأى موضوع جدل على الأرض — إد) فإن هذا يتفق مع اعتقادنا فى أن الكوكب السائل أصغر عمراً من الإلثيرة . وقد كشفنا عن وجود حلقة من التيار الكهربائى تحيط بالكوكب السائل إلا أننا لم نستطع حتى الآن تعيين مقدارها . على أن الكوكب السائل يبدو ، من الأرصاد التى أجريت عن قرب ، عداثياً تنتشر عليه العواصف . وسنعرض ما نعرفه عنه قبل أن نفكر فى أمر وجود الحياة عليه .

حقائق وأشكال

ويبلغ الزمن الدوري للكوكب السائل ، في حركته حول الشمس في مدار ناقص ، حوالى ٥٣٢ ر. من سنتنا الإثيرية ، كما أن قطره عند خط الاستواء يبلغ ١٨٨٥ مرة قدر قطر كوكبنا . فإذا اعتبرنا الإثيرة وحدة ، فإننا نجد أن الحجم النسبي للكوكب السائل يبلغ ٦٦٦ ر ، وأن كتلته تبلغ ٩٣٤٦ ر . كما أن الكوكب السائل أعلى في متوسط كثافته من أى كوكب آخر في المجموعة الشمسية، ولو أن قياساتنا لمتوسط الكثافة في كوكب اليوفورا (عطارد) أمر مشكوك فيه .

السؤال المحير

وقد كنا نعتقد إلى وقت قريب في أنه لا يمكن أن يوجد على الكوكب السائل من الحياة إلا أدنى صورها . وقد كان هذا الاعتقاد بطبيعة الحال عندما كنا نفكر في الكوكب على أنه بكامله كتلة من السوائل ، إلا أن هذا الاعتقاد استمر إلى ما بعد اكتشافنا للمناطق الجامدة . ولكن حدث منذ بضع سنين أن اقترح بعض الكتاب وجود الحياة ، بل وجود كائنات تتمتع بالذكاء .

وقد دفعنا هذا إلى إجراء سلسلة من الأرصاد التى أخذت بالقرب من الكوكب ، ولكنها لم تؤد بنا إلى قرار حاسم في الموضوع . وليس في وسعنا أن نقول أكثر من أنه لا يوجد دليل مباشر على وجود الحياة على الكوكب السائل .

على أن هناك اعتبارات أكثر تفصيلاً توحى بعدم إمكان وجود الحياة هناك ، إذ أن الجسيمات المشحونة والأشعة الكونية الشمسية التى تبعث بها ألسنة اللهب البلازمية تضرب الكوكب ضرباً مستمراً ، ولا بد من أن يكون

هذا الضرب عنيفاً عقب التأجج الشمسى الشديد . ومن المشكوك فيه أن تستطيع المخلوقات الحية الصمود لما . على أن الغلاف الغازى الكثيف يمكن أن يقدم بعض الوقاية ، إلا أن كثافة الغاز فى حد ذاتها قد تقاوم الحياة فى صورتها المثالفة لنا . كما أن الضغط الجوى المرتفع عند السطح ، بالإضافة إلى الجاذبية الكبيرة ، يميل إلى منع الحركة والتنفس وغير ذلك من وظائف الجسم العادية . وعلاوة على ذلك فقد أوضحت الدراسات الطيفية وجود آثار من العناصر السامة فى طبقة الغاز القريبة من السطح . وفى وسع هذه العناصر ، إذا وجدت بكميات كافية ، أن تكون قاتلة .

فإذا أضفنا إلى هذا كله ما أشرنا إليه من كثير من العواصف العنيفة ، فإنه فى رأينا أنه لو وجدت هناك حياة من أى نوع فلا بد أن تكون حياة بدائية وعرة .

الحاجة إلى هبوط بشرى

على أن هبوط الإنسان على الكوكب السائل هو الطريق الوحيد المضمون لتقرير ما إذا كانت عليه صورة ما من صور الحياة . وقد نستطيع فى وقت قريب ، إذا أنجزنا تحسينات فى المواد ، وطورنا معدات التحكم فى المناورة والإبطاء ، أن ننزل سفناً آلية على السطح الجامد . إلا أن وجود العناصر الكيميائية فى طبقات الغاز الداخلية — على نحو ما يبدو لنا فى الوقت الراهن — تلك العناصر التى تتفاعل مع مادة سفننا وتشعلها ، يجعلنا بعيدين عن الوصول إلى هذا الهدف بعدة سنين .

ولإنه لجدير بنا أن نضع برنامجاً لنعين بالضبط التركيب الكيميائى لطبقة الغاز الداخلية ، وأن نجري مزيداً من القياسات لدرجات حرارة السطح . وقد دلت السابرات التمهيدية على أن هذه الدرجات محتملة فى غالبها . إلا أنه لا بد من من إجراء دراسات من قرب للظروف اللوسمية والمحلية .

على أنه لابد من أن يكون كل من التوجيه والتحكم في نهاية الرحلة على درجة كبيرة من الدقة لتعاشي ضياع السفينة الآلية في السائل ، ولو أن هذا لن يكون مشكلة لها نفس الخطورة في حالة السفن المحملة بالبشر . ومع ذلك فلا بد من إجراء بعض عمليات هبوط ناجحة لسفن آلية قبل محاولة الهبوط بسفن محملة بالبشر ، ولابد من تعيين تركيب وتوزيع السطح والتركيب الكيماوى ودرجات الحرارة في الطبقة الغازية القريبة من السطح . ومن الواجب أن يكون في استطاعتنا ، في خلال ثلاث سنوات ، أن نعين بالضبط ماهية سطح الكوكب السائل وظروف البيئة بالقرب من السطح . فإذا حصلنا على هذه المعرفة أصبح في وسعنا أن نضع برنامجاً لعملية هبوط سفن محملة بالبشر . وعندئذ ، وعندئذ فقط ، سيكون في مقدورنا أن ندرك ما إذا كانت هناك حياة كائنات راقية ذكية في مكان آخر في المجموعة الشمسية .

وأعتقد أن السنوات الإثيرة الثلاثة قد انقضت الآن .

فهل كان لديك في لحظة ما إحساس بأن شخصاً ما ينظر إلى كتفيك ؟

الفصل الخامس عشر

التحدى الأعظم

يمكن تعريف الطرق المؤدية إلى كشف واستغلال العوالم الأخرى السابحة في الفضاء بأنها إيجاد حل للمشاكل الميكانيكية . فبالرغم من تهمسنا لإرسال سفينة للفضاء معدة إعداداً كاملاً إلى كوكب المريخ فإن مباشرة المهمة مازال أمرها يعبر عنه في أغلب جوانبه بلغة الميكانيكا والنقل . فها هي التكنولوجيا الأساسية التي تتطلبها المغامرة المريخية موجودة في وقتنا الحاضر . وأهم من ذلك أن هذه التكنولوجيا تستخدم بنفس الطريقة التي نسير بها الفضاء فعلاً ، سواء كان ذلك بمساعدة رجال الفضاء أو الآلات . وليس التدرج إلى موقف يصبح فيه كشف المريخ في حدود قدراتنا إلا تدرجاً لا مفر منه في الصناعة . فلو أنه كان من الضروري لأرسلنا بعثة إلى كوكب المريخ بنفس الصواريخ والأجهزة التي نستخدمها في وقتنا الحاضر . وفي الإمكان القيام بتلك المهمة دون إضافة أى جهاز جديد ، ودون أية آلة صاروخية جديدة .

إلا أن العملية ستكون بطبيعة الحال عملية أثقل ظلاً وأقل كفاءة مما نود أن تكون عليه ، فالآلات الصاروخية الدافعة ستكون أقل قوة مما تفكر فيه للانطلاق إلى المريخ عبر الفضاء ، إلا أنه يمكن إتمامها بنفس الآلات والإمكانات التكنولوجية التي نستخدمها في الوقت الحاضر . ولما كانت الرحلة إلى المريخ في نظرنا عملية غير ملحة لدرجة تبرر التكاليف الفادحة بسبب تقييد أنفسنا بالتكنولوجيا المماصرة ، فنحن على استعداد تام للانتظار ست سنوات أو اثنتى عشرة سنة إذا لزم الأمر ، حتى يقضى لعلوم الفضاء

الحديثة ، التى تقوم الآن بتطويرها ، أن تزيد من قدراتها بعدد من العوامل .

ونعود فنقول إن هذا أمر يعبر عنه بلغة الميكانيكا والنقل . فلو أنه كان ضرورياً لاستخدمنا الصاروخ ساتيرن ١ ، وتيتان ٢ ، وغيرهما من الصواريخ الدافعة ، لنرسل بها قطعاً وأجزاء تدور حول الأرض . إلا أن هذا سيكون بمثابة محاولة معقدة باهظة التكاليف ومضیعة للوقت ، ولو أنه من الممكن إنجازها . أما إذا انتظرنا ما لا يزيد على بضعة سنوات ، فسيكون فى وسعنا أن نستخدم صواريخ تصل قدرتها إلى خمسة أو ثمانية أضعاف قدرة الصاروخ العملاق ساتيرن ١ . فإن إطلاقاً واحدة لصاروخ من طراز ساتيرن ٥ سترسل ٢٤٠.٠٠٠ رطل إلى مدار حول الأرض . وهذا يفوق بالطبع قدرة ساتيرن ١- الذى يستطيع أن يرسل إلى المدار حمولة مقدارها ٢٠.٠٠٠ رطل فقط .

وسيكون على رجال الفضاء ، وهم فى مدارهم حول الأرض ، أن يجمعوا ويربطوا ثم يجمعوا التجميعات والمركبات وغير ذلك من الأدوات اللازمة لخلق سفن الفضاء التى تشكل البعثة إلى المريخ ، بمعادتها ومؤنها . فالموضوع برمته موضوع مقادير .

فإذا استخدمنا آلات برنامج الفضاء المعاصر ، فقد نضطر إلى إرسال عشرة أو ثلاثين أو خمسين من المحولات الصافية الى المدار . أما إذا استخدمنا ساتيرن ٥ فيكفى أن تقوم بما يتراوح بين خمس وعشر رحلات إلى مدار حول الأرض لتجميع ما يلزم لرحلة المريخ .

وعلى ذلك فإنه يبدو أنه من مجرد الجدل أن نحاول وضع أى توقيت معين لبرنامج تنبع من أنشطتنا الفضائية الحالية . وبذا يكون من التدرج المعقول أن نستمر فى إطلاق سابرات غير محملة بالبشر الى القمر ، تضور ، وتدور ، وتهبط على القمر ، لتزيد من وثوقية معرفتنا عن أقرب جار لنا فى الفضاء . وسنوالى

إرسال الأقمار مارينر ٢ ، وزوند ١ ، وخمس سفن أخرى إلى المريخ وإلى الزهرة ، بحيث تزداد قدرة كل منها ووثوقيتها عن سابقتها . وبذا يكون كشف الفضاء في هذا السباق بمثابة استخدام قوالب بناء القدرة . كما يكون بمثابة نمو تدريجي ، حتى نرى أنفسنا وقد أصبحت لنا ، على حين فجأة ، القوة التي نهذف بها إليها لإنجاز أول رحلة بشرية حقيقية لعالم آخر . وبغلب على الظن أن أول كوكب نحاول زيارته سيكون الكوكب الذي يتوفر فيه أكبر احتمال لظهور الحياة عليه ، والذي يرجى فيه أعظم الفرص لنجاح المهمة — وهذا بالطبع هو كوكب المريخ الأحمر .

على أنه يبدو أن التعدي الحقيقي للإنسان لا يكمن في كتابة جدول التوقيت . فإن التركيز على المشروعات قصيرة الأجل نسبياً ، كمشروع القمر ومشروع المريخ ، يحجب وراءه ، الأهداف ذات المدى التي يرمى إليها الإنسان في الفضاء . فليس المهم أننا ذاهبون إلى القمر أو إلى المريخ ، إذ أنه لا مفر من القيام الرحلتين كما أنهما يتضمنان ، على أساس دراسة الإنسان في الفضاء كجهود بهاتين كوكبي ، (١) إقامة محطات دائمة ، (٢) التحضير لإجراء تعديل على الكوكب حسب احتياجاتنا ، (٣) أنهما سيستخدمان كمحطات وقوف مؤقتة في الرحلات الفضائية الطويلة .

وقد تبهرنا حفلات افتتاح عصر الفضاء فلا ننظر إلى الجوائز العظيمة فيما وراء أقرب الهدب للأهداف الفضائية .

إلا أن أسلوب الجنس البشري هو أنه قد بدأ فعلاً في قلق بشأن تسرعه في التفكير فيما وراء مغامراته الكوكبية الأولى . فهل لم يمن الوقت للاهتمام إلى هذا الحد بالرحلات إلى ما وراء مجموعتنا الشمسية ، في وقت لم نطأ فيه بعد بأقدامنا سطح القمر ؟

لم يعد الوقت مبكراً أكثر مما كان الخالمون بصناعة الصواريخ والظيران

«فضائي عليه في آمالهم وطموحهم. فقد كان الرجال الأوائل — تسابلكوفسكى، وجودارد، وتساندر، وشاستا، وفون براون، وكل معاصريهم — كانوا سابقين لمصرهم. فلم تكن هناك العلوم والتكنولوجيا ولا الفن ولا التأيد لرحلات إلى ما وراء هذا العالم عندما وضعوا برامجهم للمستقبل. فمن أين جاءهم التأيد المادى لما كانوا يحملون به وما كانوا يخططون له؟ فقد كانت النظرة الثاقبة إلى المستقبل هي التي اكتسحت الساخرين والجموع التي كانت تنادى «مستحيل»، وبدأت مولد هذا العصر الجديد.

ولم يكن ليوناردو دافنشى أكثر منهم سبقاً لمصره، بينما كان لينثال يفتقر إلى التكنولوجيا اللازمة لتحقيق أحلامه بالطيران الحقيقى. إلا أن الآمال والمحاولات، والمناداة بهذه الآمال . . . كل هذا كان يحوى البذور المنيبة لمستقبل حقيقى.

وعلى ذلك، فإن أولئك الذين يهتمون بالمشاكل التي تنتظر الإنسان، لا فيما وراء عالمه الأرضى فحسب، ولكن فيما وراء المجموعة الشمسية، هؤلاء يكتبون الصفحات الأولى من قطعة تاريخية قد تتحقق بعد عشرين سنة، أو قد تحتاج لتحقيقها إلى ألفى سنة.

ولا يهمنا هذا، فنحن في بداية هذا المستقبل الطويل.

فلا جدال في أننا نستجدى الخيال عندما نتحدث عن السفر إلى حافة مجموعتنا الشمسية، ثم عندما نقفز منها إلى الأعماق السحيقة فيما وراءها. غير أن هناك من يستهزئون باهتمامنا بهذه الرحلات كما كان هناك في وقت ما رجال كانوا يستهزئون بأى رجل آخر كان يرغب في تخطى الآفاق البعيدة التي لا يمكن لمسها. وها قد خفت حدة الجدل عن البقاء على الأرض. فلم يعد الساخرون يقترحون أن نغمض أعيننا عن العالم الخارجى ونبقى هنا على عالمنا الأرضى. وقد اقتضت مطالبهم على أنه يجدر بهذا الجيل والجيل التالى له، والجيل الذى

بلى ذلك الجيل ، أن تقنع بالكشف عن الأجرام الداخلية في المجموعة الشمسية ،
لا أن تتجول بحماقة حول أقمار المشتري وحلقات زحل ، ثم زيارة الكواكب
فيما وراء هذين الجرمين العملاقين .

ولكن لماذا نخضع لهذه الحدود المصطنعة ؟ فلم تعد حدوداً أكثر واقعية ،
في مجال كشف الفضاء ، من الادعاء بأن الإنسان يجب ألا يطير لأن الله لم ير
من المناسب أن يمنحه الأجنحة التي منحها للطيور ، أو بأن الإنسان يجب ألا
يصل إلى أعماق المحيط لأن الله لم يمنحه الزعانف والخياشيم التي منحها للأسماك .
على أن أولئك الذين يميلون إلى تقييد سفر الإنسان في الفضاء يفعلون هذا
على أساس الأبعاد المذهلة لآفاق الفضاء التي نود أن نصل إليها ، ثم نعبرها .
فإن التحدث عن قطع بلايين الأميال في سفر خلال المجموعة الشمسية شيء .
ولأنه لما يفوق إدراكنا أن تفكر في سفر نعبّر عنه بالسنوات الضوئية لقطع
رحلة تقاس بمقياس قدره ٦٧٦ مليون ميل في الساعة .

ولنذكر مرة أخرى أن الأمر يتعلق بالقادير ، وأن مقاييسنا لا تصالح بتاتاً
لهذا الغرض . إلا أن من عادة المقاييس أن تتغير ، وتطول وتطول مع الزيادة
المضطردة في التكنولوجيا . وما نحن في يومنا هذا نعتبر أن القيام برحلة إلى أقرب
نجم منا — وهي رحلة تستغرق ٤٣ سنوات لو قطعت بسرعة الضوء — عملية
تتحدى بها الواقع .

هذا صحيح — ولكنه ليس صحيحاً إلا على أساس استخدام المقاييس التي
نستخدمها في الوقت الحاضر . فإن سفننا الفضائية هي أبشع قوارب للتجديف
الفضائي يتخيلها الإنسان . فهي ليست سوى أول زوارق بدائية نشق بها طريقنا
في محيط الجاذبية الذي يبدو ممتداً أمام بصرنا إلى ما لا نهاية له .

وليس من المعقول أن نحكم على آفاق المستقبل على أساس الآلات البدائية

المجازة التي نستخدمها في وقتنا الحاضر ، إذ أن هذا الأمر يعنى العجز عن الرؤية بتاتاً . فصار يخنا بدائية ، مزاجية ، وتنقصها الكفاءة إلى حد بعيد . نعم هي صواريخ ضخمة ، ولكنها ضعيفة الجدران ، ورقيقة الفناطيس التي تبرز مع وجود الأوقدة الخطرة بداخلها . . تعمل في حدود ضيقة من الفشل يكاد يكون معها مستحيلاً .. ينطلق رعداً بضخامة الطاقة التي تطلقها ، ولكنها طاقة تنقصها الكفاءة من حيث التركيز والاستغلال ، إذ أنها الطريقة الوحيدة التي أتيت لنا حتى الآن للانطلاق إلى أعلى ضد مجال عالمنا الجذبي .

وتناظر صواريخنا الحالية زوارقنا البدائية الأولى إذا ما قورنت باللنشات . وتناظر بالوناتنا الأولى التي كانت تسبح بلا حول ولا قوة أمام الريح إذا ما قورنت بالطائرات النفثة الضخمة التي تنتقل بسرعة من قارة إلى قارة ، فإذا تحدثنا عن السفر إلى نجم آخر ، وقسنا الرحلة فكانت عدة سنوات ، فإننا نقيّد أنفسنا باستخدام المقاييس البدائية التي نستخدمها في الوقت الحاضر .

وقد تعجز تكنولوجيانا الحالية عن تحطيم سلاسل الزمن في الفضاء . إلا أنه من المستحيل أن نقنّباً عن ظهور تكنولوجيات جديدة . فلو أنك حاولت منذ مائتي سنة أن توضح لشخص ما طيران قاذفة للقنابل تسير بسرعة تفوق سرعة الصوت عبر المحيط ، أو دوران قمر صناعي في مدار حول الأرض ؛ لكان هذا منك عملاً مستحيلاً من بدايته إلى نهايته . وكيف تفسر الترميستورات ، والإلكترونيات ، وطيرانات الجوامد ، وطرق التعدين الحديثة ، وحقائق الطيران ، والبلاستيك ، والراديو ، والرادار ، وآلاف العجائب التي تأخذها بكل بساطة قضية مسلماً بها ؟

فكيف إذن نستطيع أن نحكم على ما يخبئه لنا المستقبل في خلال قرن أو قرنين ؟ وما هي التكنولوجيات الجديدة التي ستكون قد ظهرت ؟ وما هي عناصر

القوى الجديدة التي ستوجد بمثابة آلات نستخدمها بنفس الطريقة التي نستخدم بها آلة الاحتراق ؟ وما هي مصادر القوى التي ستبتكر والتي ستجعل حتى من المفاعل النووي المتطور مكافئاً — في نظر علماء المستقبل — لنار الخشب التي أشعلها التوحشون الذين كانوا قد نالوا قسطاً طفيفاً من التقدم ؟

على أن هناك ما يقرب من خمسين نجماً تقع جميعها في حدود ست عشرة سنة ضوئية من كوكب الأرض . والتفكير في السفر من وإلى هذه النجوم يفوق كل حدود التفكير السليم المعقول ، إذ أن الرحلة قد لاتصل إلى مرحلة الإنجاز في خلال عمر الإنسان . وقد اعتدنا الراحة والسرعة اللتين خبرناهما في السفريات الحديثة إلى حد تبدو معه الرحلة التي تستغرق شهوراً وسنين رجوعاً منا إلى الوراء ، إلى عصر العرب المغطاة والسفن الشراعية . هذا هو موضوعنا بالضبط — فنحن ، بدلالة المستقبل ، نستخدم في الوقت الحاضر عربات مغطاة وسفنًا شراعية .

وقد قضى ماركو بولو ما لا يقل عن أربع وعشرين سنة في رحلته من البندقية إلى الصين ذهاباً وإياباً . كما أن الهولنديين الذين بدأوا يستوطنون في جزر الهند الشرقية ذهبوا إلى هناك بالرغم من إدراكهم أن رحلة من هذا القبيل بالمراكب الشراعية تستغرق ما لا يقل عن عدة سنوات ، وأن القوارب وركابها يتعرضون ولا شك إلى أخطار لا بد أن تتعرض لها السفن على وجه العموم .

ولم تعد المسافات مذهلة إلى هذا الحد . فمن الجائز أن يكون التفكير في المسافات من وجهة نظر إنسان في زورق بدائي لا يحمل سوى مجداف واحد ، من الجائز أن يكون تفكيره هذا محطماً لآماله .

وتاريخ الإنسان في السفر مليء بالعقبات والحواجز ، سواء منها الزمنية

والخفية . فما لا شك فيه أن كولومبس قد واجه عقبة من مؤن الطعام والماء .
فقد حارب معركة مع الزمن في كل رحلة من رحلاته ، سواء صمدت أو لم
تصمد بمقاومة ملاحيه قبل أن يصلوا نقطة تناح فيها إعادة التزوي . وبذا قد
كانت عقبته — الزمان والسكان على حد سواء — وقتاً طويلاً اقتضاه قناع
المسافات الطويلة في حدود الزمن التي كان يستطيع حملها .

وقد كان مقدار المشكلة التي واجهها كولومبس ومن معه من البحارة
المستكشفين أعظم بكثير مما نواجهه اليوم . فإننا على الأقل لا نشق طريقاً غير
محدود في مناطق لا ندرى عنها شيئاً . ففي حوزتنا ما يزيد على الحد الأدنى
للمعرفة التي تساعدنا على التخطيط . ولدينا الوسائل التي نرى بها الأبعاد
الشاسعة . ولدينا الآلات والسابرات الآلية التي تساعدنا على القياس والمسح .
ولدينا ، لو بدأنا اليوم ، معدات لرحلة المريح أفضل ألف مرة من المعدات التي
كانت لدى بحارة القرنين الخامس عشر والسادس عشر .

وقد واجهنا في وقتنا المعاصر في مجال الطيران حاجز تلو حاجز وحطمنها
جميعها بمجرد أن ظهرت في طريقنا . فقد واجهنا في وقت من الأوقات الحاجز
الرياضي الذي كان يقضى بعدم إمكان آلة أثقل من الهواء البقاء في الجو .
وتنشأ الحواجز أحياناً بسبب ضيق عمر الإنسان في التقدم ، حتى إذا ما استطاع
أن يجد وسيلة السفر اختفت الحواجز (فإذا استخدمنا نفس المنطق الرياضي
كان في وسع عالم الديناميكا الهوائية أن يثبت أن جناحي النحلة الزقافة لن
يسمحوا للنشرة بالطيران بسبب عدم كفاية مساحتها السطحية . ومع ذلك
فلم يذكر أي واحد هذا الكلام للنحلة التي ما زالت تمرح بطريقة طيرانها) .
كما واجهنا حاجز الصوت . فقد كان العلماء منذ أقل من عشرين سنة
يعتقدون أنه من المستحيل أن تطير أية طائرة بسرعة تزيد على سرعة الصوت .
فالتضاغط والرفرفة والزحف والأمواج الصدمية ، وغير ذلك من الآثار ، أيدت

هذا الاعتقاد ، مهددة بتحطيم الطائرة وقتل الطيارين الشجعان للهرة . إلا أنه كان هناك طريق خلال هذا الحاجز ، ووجدته الرجال ، ولم يعد الحاجز موجوداً في وقتنا الحاضر . فقد كان الحاجز ، بمقياس عشرين متراً خلت ، حاجزاً حقيقياً . أما اليوم فليس هذا الحاجز إلا درساً نذكره - إن الحواجز تصنع لتحطم .

وكما نعتقد ، بعد أن دخلنا عالم السرعة التي تفوق سرعة الصوت ، أننا لن نستطيع التغلب على الحاجز التالي - حاجز الحرارة . ومع ذلك فقد تغلبنا عليه أيضاً عن طريق استخدام مواد جديدة ، وعبرناه ، وأصبح الطيران بسرعة تفوق سرعة الصوت خلال الهواء ، والطيران المدارى فوق الهواء ، من حقائق الحياة العادية .

وما نحن الآن نعتقد في وجود حاجز زمني في مجال السفر إلى النجوم . والحاجز حقيقى بما فيه الكفاية ، ولكن مادته أقل من أن يكون حقيقة ، فهو حائط مؤقت يفصل بين وطن الإنسان والأضواء السماوية التي تسمى إليه بذلك .

ولم تكن فكرة السفر بسرعة الضوء لتلقى سوى أصوات الاستنكار والاستهزاء من أشهر رجال العلم لو أن هذا الأمر قد أعلن قبل بضع عشرات من السنين . أما اليوم فقد حصروا وجهات نظرهم في هذا الأمر في الجدل بأن ذلك الطيران دون طاقة الوسائل التي تنتجها لنا تكنولوجيا الراهن ، ولم يعودوا يفرضون علينا حواجز منيعة لرجال المستقبل لأنهم أدركوا أن هذه الحواجز ستسقط تباعاً .

ويتحدث العلماء في الوقت الحاضر عن حاجز تحطيم يمنع الإنسان من السير خلال الفضاء بسرعة الضوء . ويتضمن هذا الحاجز المزعوم ضد الطيران فيما بين النجوم ما يقوم به قذى الغبار الفضائي فيما بين النجوم من عمل إفتائى

هذه أية سفينة تشق طريقها بين النجوم . ويمتقد العلماء أن السفينة الفضائية التي تسير بسرعة تقرب من سرعة الضوء — ٩٩.٥ في المائة من سرعة الضوء — قد تمزق أرباباً نتيجة للمصادمات مع جسيمات الغبار الدقيقة التي تسبح بين النجوم . فإن سفينة الفضاء ، التي تتحرك بسرعة ١٨٥.٠٠٠ ميل في الثانية فأكثر ، ستمتص (مفروض) كميات هائلة من الطاقة بسبب تلك المصادمات . فإذا استمرت السفينة الفضائية في مصادمتها مع ذرات الغبار ، فستمتص كميات ضخمة من الإشعاع الإبطائي الذي تبعث به الإلكترونات الموجودة في الغبار . فإذا كان لتحول جزء كبير من كتلة الإلكترونات إلى طاقة بحثة أثر على السفينة ، كان معنى ذلك تحطيم السفينة ذاتها في مدى ثلاث سنوات من هذه المصادمات المستمرة .

ربما . على أنه من المهم أن نسمع العلماء وهم يتحدثون عن مجالات للقوى تمتص هذه الطاقة التي تنتج من المصادمات

وقد يأتي يوم يصبح فيه «الحاجز الزمني» الذي تفرضه المسافات الكونية المذهلة مجرد سبب لضحكة لطيفة من جانب علماء المستقبل . وهانحن اليوم نفكر في حل مشكلة كبر الإنسان سنًا ، بينما قد تستغرق رحلته عقوداً أو قروناً ، على أساس ما نعرفه من طرق حل هذه المشاكل . ومن هذه الطرق طريقة ظلت تتردد زمنًا طويلاً ، وتتلخص في إبطاء النشاط الأيضي للكائن الحي إلى حد أن الإنسان يكبر سنه عن طريق التجميد طويل المدى بما لا يزيد على عدة دقائق في مدة سنوات عديدة . وقد قام الدكتور لويس بعرض النظرية التالية أمام ندوة الطيران الفضائي التي عقدت في سان أنتونيو بولاية تكساس في عام ١٩٦٠ :

« هي في الواقع فكرة جميلة أن يختار رائد الفضاء الإنسيات فترات طويلة إذا لم يكن هناك من الأعمال ما يقوم به . فإذا نجحنا في زيادة سرعة الطيران ،

وخفض معدل الأيض ، لم يعد هناك مبرر لصرف النظر بسهولة عن التفكير في طيرانات تستغرق عدة مئات أو حتى آلاف من السنين باعتباره تفكيراً خيالياً . وأن يكون في الرحلات الطويلة التي تستغرق عدة شهور أو سنين ، كثير مما تهتم برويته . على أن أفضل طريقة عملية لمعالجة هذه المشكلة هي أن ينام رائد الفضاء ٢٣ ساعة كل ٢٤ ساعة .

هذه الأمور هي بالطبع بمثابة القمح المعد للطحن في طواحين المناقشة في وقتنا الحاضر ، وتصبح في الغد مشاكل تحملها تكنولوجيا المستقبل .

إلا أن هناك أمراً واحداً يتعلق بالحاضر والمستقبل على حد سواء . وهو أمر لا يخص ما سيقوم به الإنسان من أعمال على العوالم التي عرفناها فعلاً ، أو على العوالم التي سنكتشفها فيما بعد ، ولكنه أمر يخص الإنسان نفسه . فهناك اقتراحات وتوصيات تحت الدراسة في الوقت الحاضر تقضى بأن أنسب الوسائل لتمكين الإنسان من غزو كثير من العوالم العدائية ، والقوى الغريبة التي سيتعرض لها ، هي تغيير الإنسان ذاته في بعض الحالات .

على أن المخلوق الجديد لن يكون الإنسان الذي ندركه في يومنا هذا ، ولن يكون إنساناً آلياً . فهي هي خليفة العلم والطب الذي يفتن عقول بعض العلماء ، والذي أطلق عليه اسم «السايبورج»^(١) الذي يتضمن تعديل بناء جسم الإنسان بزرع أجهزة صناعية تبقى على حياة الإنسان في الظروف العدائية أو القاتلة .

وقد جاء في تقرير الكونجرس عن « علوم الحياة والفضاء » أن في وسع الأبحاث التي تجرى على الأعضاء الميكانيكية ، التي تستبدل في الفضاء بالأعضاء البشرية ، أن تعود بالنفع على سكان الأرض . ومن الحلول البارة

(١) Cyborg وهو لفظ ناتج من إدماج اللفظين Gybernetic Organism أي أعضاء صناعية مزروعة .

للمستقبل أن يستعاض عن الجهازين الهضمي والتنفسي لرجال الكشف الفضائيين بجهازين ميكانيكيين لتمكينهم من التغلب على أخطار الفضاء والغوالم الأخرى . فإذا أمكن تحويل الرجاا إلى سايبورجات « للرحلات الفضائية » أصبح في الإمكان استخدام الأجهزة الميكانيكية في حالة الخلل التام الذي يصيب أعضاء الإنسان الحيوية على الأرض وقاية له من الموت .. » .

على أن فكرة السايبورج ليست جديدة علينا . فإن الخطوات الواسعة التي تقدمنا بها في السنوات الحديثة في مجالى التكنولوجيا والطب رفعت الفكرة من مرتبة الإمكان إلى مرتبة الاحتمال الكبير . ويعتقد بعض العلماء أنها عملية لا مفر منها في الحالات التي تقتضى الاستعاضة عن الأعضاء التي يصيبها الخلل التام . ومن الجائز أن تدمج هذه الأعضاء الميكانيكية مع الأعضاء البشرية بإحدى طريقتين . أبسطهما وصل العضو المستبدل ، وما يلزمه من مصدر للقوة ، للجسم على هيئة حزمة إضافية . أما الطريقة الدائمة والأكثر تعقيداً فتتضمن إجراء عملية جراحية لزرع هذه الأعضاء في جسم يتكون من جزء بشرى وجزء آخر آلى .

ويوصى عدد كبير من علماء الطب باتباع هذه العملية التي ستسمح لرواد الفضاء بالاستغناء عن بدل الضغط قبيحة النظر ، وأجهزة الإبقاء على الحياة التي تحد من حرية رجل الفضاء . وستؤدى وسائل امتصاص وتكرار دورة فضلات الجسم إلى خفض كبير في جملة النقلات لأى رحلة فضائية طويلة . ويعنى زرع الغدد الصناعية أن جسم السايبورج سيكون في حوزته وسائل حسية في غاية الحدة تقوم بإفراز بعض الكيماويات المخزنة لمواجهة الاحتياجات الخاصة أو الأخطار البيئية .

إلا أن هذا التحويل فى الكائنات البشرية سوف يقتضى إجراء بعض التعديرات شديدة الأثر . فسيطلب الأمر إحكام قفل قم السايبورج باستمرار

إذ لم تعد هناك حاجة إليه في تناول الأطعمة والسوائل ، ولم يمد الكلام من واجبات الشفاء واللسان . فاتصالات السايبورج سوف تتم بواسطة جهاز لاسلكي يزرع بعملية جراحية ، ويقوم بالتقاط الرسائل بطريقة كهربائية من الأعصاب الصوتية ، ثم يعيد إرسالها إلى غيره من السايبورجات بواسطة أجهزة استقبال مزروعة في أجسامهم .

ولكل آلة — وما الإنسان إلا آلة حرازية — متطلباتها من الوقود والطاقة . أما السايبورج فسيتناول مقوماته بطريقة تحرمه إلى الأبد من لذة تناول الطعام والإحساس به على النحو الذي يدركه الناس العاديون ، إذ أنه سيتناول للواد المركزة في جهازه الهضمي مباشرة ، وفي الأوعية الدموية بطريقة شبه مباشرة .

ولن تكون هناك حاجة في الفضاء إلى القمرة المكيفة الضغط والهواء بكل ما تتطلبه من بيئة الإبقاء على الحياة طويل المدى . وسوف يكون السايبورج محفوظاً داخل بدلة محكمة القفل ومشدودة على الجلد . على أنه سيكون في وسع السايبورج ، بضغط جزئي على الرئتين وتبريد الدم ، أن يقاوم النقص في الضغط الذي قد يؤدي إلى تدمير تفجيري للكانن البشرى العادى عن طريق تفجير الغازات التي يحويها جسمه تفجيراً قوياً خلال فتحاته ، وغليان السوائل التي يحويها جسمه . ولما كانت هذه التغيرات الشديدة التي تحدث في السايبورج تعنى انخفاضاً في درجة حرارة الجسم ، فإنه من الضروري أن تقدم للمخ البشرى الآلى مساعدة ما عن طريق التدفئة الصناعية أو استخدام للنشاطات .

على أن هذه الاقتراحات اللذهلة تخفى في باطنها خيطاً من اليأس . فإن غزو الإنسان للعالم الجديدة سيحمل في طياته ، إذا اتبعنا سياسة إجراء هذا التغيير الشديد على الرجل ذاته ، إحساساً أقرب إلى الهزيمة منه إلى النصر .

غاي غرض نهدف إليه من معرفة عوالم بهذه الكثرة ، وعبور آفاق جديدة ،
إذا كانت النتيجة في النهاية هي حرمان الكائن الحي من انتسابه إلى
باقي البشرية ؟

كما أن هناك ذلك السؤال الحير عما إذا كان التعديل غير القابل للعكس
سيؤدي إلى إنتاج مخلوق سايبورجي تختلف أهدافه اختلافاً يبتغا عن أهداف
الرجال العاديين . فالكائن البشري إنتاج عجيب يتألف من بلايين وبلايين
وبلايين من القطع والقوى والآثار للشابكة . وقد يتحول الإنسان في شريط
الآلة الحاسبة إلى وحدة طبيعية — كيميائية يحكمها ويشرف عليها جهاز
كهربائي تلقائي يحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة عصبية تمكنه من الأداء .
إلا أن هذه الوحدة الطبيعية الكيميائية ، للمثلة في لسان الآلة الحاسبة المقمع ،
لمن تستطيع بأي حال من الأحوال أن تكتب ، أو تسمع الموسيقى ، أو تنجي
غروب الشمس ، أو تستعجب لولادة طفل ، أو تقضي وقتها في أحلام النهار .
فلا وجود للخوف ولا للطاقة للترنشة للأجهزة الغددية في عالم الحياة
الإلكترونية ، ولن تستطيع أية صورة ترسمها أية آلة حاسبة أن توضح الخواص
التي يتألف منها الكائن البشري ، والتي لا يمكن وصفها .

وسيكون من الإنجازات التي تفوق كل العقول أن ينتج العلم آلة ترضى
بدافع من نفسها أن تموت من أجل الإنسان — كما فعل الرجال ، وكما سيفعل
الرجال باستمرار ، إذا قرروا أن الأمر يتطلب منهم عملاً فذاً ونهائياً من
هذا القبيل .

على أن الجهاز البشري جهاز بلغ حداً فائقاً من الارتقاء والتنسيق . فهو
يقوم بوظائفه بكفاءة قصوى في وسطه المعتاد . وقد يؤدي التدخل والتسلط
لسكت بعض انفعالاته وانعكاساته الغريزية إلى تغيير شديد إلى حد يحرم
الجهاز إلى الأبد من القيام بوظيفته لأغراض وأهداف الكائن البشري ،

ولا يبدو هذا الإجراء إلا أنه أسهل طريق للخروج من المشاكل المتتابعة. فكرة تعديل الخلق البشري ، طريق سهل بما فيه الكفاية من حيث الفكرة ، ولكنه خطأ محال من حيث أهدافه واحتمال فشله النهائي .

وفي وسعنا أن نجرى تعديلاً في الآلة - آية آلة - لتلائم أية بيئة يمكن تصورها على سبيل الدراسة والكشف . وفي وسعنا أن نعدل ونخلق ، وأن نبني ونهدم ، ونعيد بناء الأجهزة والمواد وتكاملها ، حتى لا نستطيع أية بيئة نعرفها أو نتصورها أن تقاوم أى هدف استكشافى أحق .

فلا يمكن أن يفصل الإنسان تبعاً لبيئة ما - ويبقى مع ذلك إنساناً . أما العلاج للزعم عن طريق الأعضاء الصناعية ، بالرغم من أهميته في مجال الاستبدال الطبي بالأعضاء التالفة أو المعيبة ، فلا يمكن أن يكون حلاً للمشاكل التي يتوق الإنسان لمواجهتها ، والتي سيحاول أن يجد لها حلاً ، بقوة إرادته واستجابته لرغبته في الاطلاع ، وهي من الصفات التي تميزه عن باقي صور الحياة التي نعرفها . أما السعى وراء حل يتمثل في خلق السايبورج فليس سوى تعبير عن الهزيمة من حيث أنه إنكار للكمال الحقيقي الفائق الذي يتميز به الجهاز البشري في صورته الراهنة .

ولا يمكن بأي حال قبول السايبورج علاجاً لطموح الإنسان في مقاومة البيئة الفضاائية ، وكل ما تحويه ، أكثر من احتمال قبول وضع القرارات التي تؤثر على وجودنا في عالم من البشر ، قبول وضعها كلية في أيدي للنطق الآلي . وما الآلات الحاسبة إلا امتداد لقدرات الإنسان والوسائل التي يستطيع بها أن يتحكم في عدد من العوامل . أما تحويل الجهاز البشري إلى شيء أكثر من الآلة وأقل من الإنسان ، فيعوى في باطنه بذور الفشل النهائي .

على أن هناك مثلاً يقول إنه لا بد لأية دولة ، أو أى مجتمع ، أو أى جنس يرغب في التفوق على غيره في الحياة ، أن يتفوق على منافسيه في الأداء .

فإذا رغب الناس أن يتفوقوا في حياتهم على الماضي ، وينجحوا في
التجاوب مع المستقبل ، فلا بد لهم من أن يتفوقوا على أجدادهم في الأداء ،
بل قد يتفوقون على أنفسهم .

ولن تستطيع أية آلة ، أو آلة جزئية أقل مرتبة من الجهاز البشرى ، أن
تعمل لنا هذا بأى حال من الأحوال .

وهذا هو أعظم التحديات كلها ، ونحن أنفسنا المسئولية النهائية ،
الآن وإلى الأبد .

ملحق رقم ١ تقييم المتقدمين للطيران الفضائي من حيث حالتهم النفسية

مذكرة كتبها جورج ريف ، الكابتن بال سلاح الجو
الأمريكي (عضو الكونجرس) ، وادوين لينى الكابتن
بالسلاح الجووى الأمريكى (عضو الكونجرس) ، بقسم
الإجهاد والإعياء ، فرع الطبيعة الحيوية بعمل طب الطيران
بمركز رايت لتطوير الطيران ، بقاعدة رايت باترسون
لسلاح الجووى بأوهايو ، وقدمها للاجتماع السنوى
الحامس عشر بعد المائة لجمعية الأمريكية للأمراض النفسية
بفلايدلفيا ، بولاية بنسلفانيا ، الذى عقد فى ٢٩ أبريل ١٩٥٩
ونشرت لها فى أميركان جورنال أوف سايكياترى (١) ،
المجلد رقم ١١٦ ، العدد ٥ الصادر فى نوفمبر ١٩٥٩ .

تقتضى الإجهادات العنيفة التى تتوقعها فى الفضاء تصفية دقيقة لطيارى المستقبل
بالوسائل السيكولوجية والفسولوجية . ولما كان من الجائز أن تشتد المطالب
ال عاطفية فلا بد من التأكيد على ضرورة تقييم المتقدمين للرحلات الفضائية من حيث
الأمراض النفسية .

وتبدأ عملية الاختبار بتحليل مفصل لواجبات الطيار والظروف التى سيقوم
فيها بتنفيذها . ومادامنا لم نكتسب خبرة مباشرة بالطيران الفضائى ، فإن هذا
التحليل سيكون بحكم الضرورة ، فى بعض نواحيه ، نتيجة للتفكير والتخيل .
فلا بد لنا لهذا السبب من أن نعول إلى حد كبير على معرفة السلوك خلال مواقف
الإجهاد التى نشأت فيما مضى . ونتيجة لهذا اضطررنا للاسترشاد ببيانات العمليات
الحربية ، وتجارب الإبقاء على الحياة ، والتجارب العملية ، فى اختيار الرجال
لرحلات الفضائية التى نخطط لها فى الوقت الحاضر .

وقد وجد أن النضوج والاستقرار العاطفي يتوفران في الأفراد الذين أدوا أعمالهم على أحسن وجه في ظروف صعبة فيما مضى ، باستثناء بعض الحالات الفعجية . فقد كان في وسعهم أن يوقفوا بين الاحتياجات الداخلية والحقيقية الخارجية بطريقة فعالة . فلم يصل بهم القلق إلى الحد الكافي لوقف نشاطهم عندما تعرضوا للإجهادات .

ومن الضروري بعد أن تقررت مقتضيات الرحلة ، ومؤهلات الفرد التي يصلح لتنفيذها على أحسن وجه ، أن نختار للمايير التي تصاحب امتعين الفرد الذي يمتاز بأكثر قدر من الصفات المطلوبة وأقل قدر من الصفات غير المطلوبة وفي وسعنا أن نجري هذا عن طريق المقابلات والمحادثات والاختبارات العرضية لتشكيل صورة مفصلة عن كل فرد . كما أن الاختبارات الشخصية تساعد في دقة تقييم الشخصية وتصلح وسيلة لقياس الأعمال والكفايات والإنجازات العقلية . وبعد أن يتم إجراء الامتحانات في المعلومات الأساسية ، ونتائج المقابلات والمحادثات والاختبارات الشخصية ، يبدأ الكشف لاختيار الرجال الذين حصلوا على أعلى المؤهلات لتكليفهم بالمهمة .

ولا بد من إعادة النظر في هذه الإجراءات كلما زادت المعلومات الجديدة في مجال الطيران الفضائي ، حتى إذا تجمعت لدينا كميات كافية من البيانات ، أمكننا أن نتحقق من الاختيار الأول بمعايير الأداء ، على أن نحفظ بالطرق التي أدت إلى دقة الاختيار ونحاول تحسينها ، ثم نبذل الطرق التي اتضحت عديمة الجدوى . على أنه يمكن إضافة معايير جديدة على أساس الخبرة للتزايده . فإذا اتضح أن هناك ترابطاً بين المتغيرات السيكولوجية ومستوى الأداء ، ارتفعت الدقة في برامج المستقبل لاختيار الطيارين .

وقد استخدمت طريقة قديمة من هذا النوع في اختيار الطيارين لتجربة أول قمر صناعي أمريكي يحمل بالبشر - مشرع ميركوري الذي تشرف عليه

النارًا . وكان المقصود اختيار الرجال لبرنامج تدريبي يستغرق سنتين ، ، ، تتبعه سلسلة من الطيرانات الدفعية والمدارية ، وستألف واجبات الطيران في أغلبها من قراءة الآلات وتسجيل الأرصاد ، ومع ذلك سيُعطى الحق في إصدار القرارات كما سيطلب منه أن يكتف نفسه للظروف المتغيرة كما تقتضى الظروف .

وقد وضعت الشروط العامة الآتية بعد ضم البيانات الخاصة بطبيعة هذه الرحلة إلى المعلومات الخاصة بالسلوك أثناء العمليات المجهدة :

(١) أن يكون المرشحون على مستوى عال من الذكاء العام ، وقادرين على توضيح عمل الأجهزة ، وتفهم العلاقات الرياضية ، والاحتفاظ بالقدرة على التوجيه الفضائي .

(٢) أن يكون لديهم دليل كاف على الحافزية والخلاقية لضمان المساهمة الإيجابية في تطوير سفن الفضاء وغير ذلك من نواحي البرنامج .

(٣) يحسن أن يكونوا متحررين نسبياً من النازعة والقلق مع وجوب تمحاشي للمبالغة في الدفاع .

(٤) ألا يكون المرشحون ممن يعتمدون كثيراً على غيرهم لتحقيق رغباتهم كما أنه لا بد في نفس الوقت أن يقبلوا الاعتماد على غيرهم إذا اقتضى ذلك نجاح المهمة . ولا بد لهم من أن يتحملوا الصعوبات القريبة أو العزلة الشديدة .

(٥) أن يكون الطيران قادراً على العمل إذا ابتعد عن الأوساط المألوفة واستعالت صور السلوك العادي .

(٦) أن يقيم المرشحون دليلاً على قدرتهم على التجاوب مقدماً مع المواقف التي يمكن التنبؤ بقيامها دون أن يفقدوا القدرة على التكيف لظروف التي لا يمكن التنبؤ بها .

(٧) أن يكون الدافع في الأصل نتيجة للاهتمام والولع بالرحلة لا أن يكون

ناجماً عن رغبة قوية في إنجاز شخصي . كما يحسن تجنب الرغبات التخريبية الذاتية ومحاولات التعويض عن المشاكل الشخصية أو الشعور بالنقص .

(٨) ألا يبدو عاينهم أى دليل للاستقرازية . فلا بد للطيار من أن يعمل عندما يجب العمل ، مع تجنب أى عمل عندما يجب السكون . ولا بد له من أن يتحمل مواقف الاجتهاد تحملاً إيجابياً دون أن يتطلب ذلك منه نشاطاً حركياً لإزالة القلق .

على أن فرص العثور على رجال تتوفر فيهم هذه الشروط قد ازدادت بفضل عملية الاختيار المقدم . وقد قصرت الأهلية للرحلات على طياري الاختبار الذين أظهروا أكثر من مرة قدرتهم على أداء الأعمال الضرورية لبرنامج ميركوري . وقد أعيد النظر في سجلات هؤلاء الرجال لاختيار أصلحهم لمواجهة المتطلبات الخاصة بالرحلة . ودعيت إلى التطوع مجموعة من ٦٩ رجلاً ، تقدم منهم ٥٥ أجريت لهم عملية المقابلات والاختبارات السيكولوجية . وتم انتخاب ٣٣ منهم على أساس هذه البيانات لتقديمهم للرحلة النهائية من برنامج الاختبار . وقد صممت هذه المرحلة لتقييم الحالة الطبية والسيكولوجية لكل من المرشحين ، وتعيين قدرته على تحمل ظروف الإجهاد المتوقع في الطيران الفضائي

وقد استغرق التقييم السيكولوجي ٣٠ ساعة من المقابلات الخاصة بالأمراض والاختبارات السيكولوجية ومراقبة تجارب الإجهاد . وقد استغلت البيانات التي حصلنا عليها في ترتيب المرشحين على مقياس يتألف من عشر نقاط لكل نوع من الاختبارات البالغ عددها ١٧ . وقد جرى الترتيب على أساس المعالم الخاصة بالسلوك ، سواء من حيث التاريخ الماضي ، أو المشاهدات التي أخذت أثناء المقابلات . ولم تكن المقاييس معيارية إلا بالمعنى التحكيمي بالرغم من اتخاذ هجوم السكان فريقاً يستند إليه . فقد كانت المستويات العشرة

تمثل قرارات شخصية عن أى الصفات هي التالية ، وأياها هي المتوسطة ، وأياها غير المرغوب فيها : إلا أن الدراسات التقييمية لم تتم بالرغم من علو الوثوقية بين المقيمين .

أما أنواع الاختبارات السبعة عشر فهي :

- ١ — الحافز : تقدير المقدار الإجمالي للطاقة الفريزية .
- ٢ — التحرر من المنازعة والقلق : تقييم طي لعدد وشدة مجالات المشاكل غير المحلولة ، ومدى تدخلها في أداء المرشح .
- ٣ — فعالية الدفاع : كفاءة الدفاع عن الذات ، وهل يتصف الدفاع بالرونة والقابلية للتكيف أو بالصلابة وعدم اللياقة ؟ وهل تؤدي الرحلة إلى حرمان المرشح من العناصر اللازمة لسلامة وسيلته الدفاعية ؟
- ٤ — الطاقة الحرة : ما مقدار الطاقة المحابدة ؟ وهل يكلفه الدفاع كثيراً بحيث لا يبقى أى شيء للنشاط الخلاق ؟ وما اتساع دائرة التحرر الذاتي من المنازعة ؟
- ٥ — الهوية : ما مدى نجاح المرشح في تكوين فكرة عن نفسه وعن علاقته بباقي العالم ؟
- ٦ — العلاقات الشخصية : هل لديه القدرة على إقامة علاقات شخصية أصيلة ؟ وهل في وسعه أن ينسحب من العلاقات عند الضرورة ؟ وإلى أى مدى يرتبط في علاقاته مع الآخرين ؟
- (٧) اختبار الحقيقة : هل لدى المرشح نظرة سليمة لبيئته ؟ هل اتسعت خبرته في الحياة بحيث يستطيع تقييم العالم تقييماً خيالياً ؟ وهل تمثل نظرتة إلى الرحلة الخيال أو الحقيقة ؟
- (٨) الاعتماد : إلى أى مدى يعتمد المرشح على غيره ؟ وما مدى قبوله

للإعتماد عندما تتطلب منه المهمة ذلك ؟ وهل يحتمل أن يؤثر قلق العزلة على إشرافه على الرحلة ؟

(٩) قدرة التكيف : ما مدى تكيفه للظروف المتغيرة ؟ وما مدى الظروف التي يعمل في ظلها ؟ وما هي التعديلات التي يستطيع إجراؤها ؟ هل في وسعه أن يتصرف بمرونة ؟

(١٠) التحرر من الاستغزازية : ما مدى قدرة المرشح على تأجيل إرضاء رغباته ؟ هل كان سلوكه في الماضي ثابتاً خالياً من التعارض بحيث يمكن التنبؤ عنه ؟ (١١) الحاجة إلى النشاط : ما هي النهاية الصغرى لما يحتاجه من النشاط الحركي ؟ وهل يستطيع أن يتحمل السلبية الإيجابية ؟

(١٢) التجسيم : هل تتوقع من المرشح أن يظهر أعراضاً بدنية وهو واقع تحت تأثير الإجهاد وما مدى ما يدركه عن جسمه ؟

(١٣) مقدار الدافع : ما مدى قوة رغبته في الاشتراك في المهمة ؟ هل لديه أي خلافاً بين الدوافع المختلفة، سواء كانت شعورية أو لا شعورية ؟ وهل يبقى الدافع لديه على مستوى عال ؟

(١٤) نوع الدافع : هل المرشح مدفوع برغبة في إرضاء شهوة ذاتية ؟ هل يبدو عليه دليل على الرغبات التدميرية ؟ هل يحاول اختبار أحلام الشباب عن الحصانية ؟

(١٥) تحمل الفشل : ما هي نتيجة فشل المرشح في الوصول إلى هدفه للرسوم ؟ وماذا ينتظر أن يكون عليه من سلوك لمواجهة المضايقات والتأجيلات واليأس ؟

(١٦) العلاقات الاجتماعية : ما مدى تعاون المرشح في العمل مع مجموعة ؟ هل تبدو عليه مشاكل حب السلطة ؟ هل يستطيع أن يساهم في إنجاز المهمة التي ينتخب ليكون قائدها ؟ وما مدى حب المرشحين الآخرين له ؟

(١٧) التقييم الإجمالي : تقدير ملائمة المرشح للمهمة وذلك على أساس المقابلات ونتائج الاختبارات وغير ذلك من المعلومات التي تفي بالفرض .
وفي وسعنا أن نرى أن البنود ١ و ٢ و ٤ و ١٠ شروط يغلب عليها صفة الاقتصاد، في حين أن البنود ٣ و ٥ و ٦ و ٧ هي شروط تعنى بالقوى الذاتية . أما باقي الشروط فهي صفات معينة ذات أهمية للطيران الفضائي . وتمثل تلك الشروط مستويات مختلفة من الاستخلاص ، كما أنها ليست معايير مستقلة . هي في التحليل النهائي أقرب إلى أن تكون وسيلة لتنظيم مدلولاتها من أن تكون وسيلة لوصف البيانات وصفاً كمياً . فهي لاتمدنا بطريقة المفاضلة بين مرشح وآخر فحسب ، ولكنها تميل فوق ذلك إلى تركيز الاهتمام على المؤهلات التي تتصل أوثق الاتصال بنجاح المهمة .

وقد أجرى اثنان من أطباء الأمراض النفسية تقييماً مبدئياً لكل من الرجال من خلال مقابلات ومحادثات مستقلة أثناء فترة عملية التصفية التمهيديّة . وقد خصصت إحدى المقابلات أساساً لفحص تاريخ المرشح وما طرأ عليه من تغيير في حياته الراهنة . أما المقابلة الأخرى فلم يسكن لها نظام خاص . وفي النهاية قورنت التقديرات ، وجمعت المعلومات ، ثم أجرى تقدير إجمالي تبعاً للمقابلتين وقد سجلت الحالات التي اختلفت فيها التقديرات لدراسة تالية .

وقد دعى الرجال الذين قبلوا لعملية التصفية النهائية لمقابلة أخرى بعد عدة أسابيع تم خلالها تقييم دقيق لحالتهم البدنية . وقد أجريت على كل منهم أثناء المقابلة الاختبارات الآتية :

معايير الدوافع والشخصية :

(١) الروّشاج .

(٢) الإجناس الباطني بالحرارة .

- (٣) رسم شخص ما .
- (٤) اختبار تسكلة الجمل .
- (٥) تسجيل منيسوتا للشخصية المتعلجة الوجوه .
- (٦) من أنا ؟ يطلب من الشخص أن يكتب عشرين إجابة عن السؤال « من أنا ؟ » . والمقصود من هذا إعطاء بيانات عن هوية الشخص وإحساسه بالأدوار الاجتماعية .
- (٧) صورة جوردون للشخصية : اختبار للشخصية يهدف إلى تحديد مدى الاستعلاء والمسئولية والاستقرار العاطفي والمخالطة .
- (٨) جدول إدواردز للتفضيل الشخصي : عدة أسئلة للاختبار الإجباري بقياس قوى رغبات موراي .
- (٩) تسجيل شبلي الشخصي : يختار المرشح من بين عشرين زوجاً من العبارات الوصفية الذاتية الخاصة بالمشاكل البدنية النفسية .
- (١٠) التفضيلات الداخلية - الخارجية : قياس اهتمام الشخص بالمجموعات الاجتماعية واعتماده عليها .
- (١١) مقياس بنسا كولا : اختبار لقوة مواقف الشخص التحكمية .
- (١٢) تسجيل الفعالية الضباطية : قياس مدى الصفات الشخصية التي تتوفر في الضباط الناجحين بالسلاح الجوي .
- (١٣) تقدير الزملاء : يطلب من كل مرشح أن يحدد أحب الأشخاص إليه في المجموعة التي صحبته خلال البرنامج ، ومن منهم يفضل هو أن يصطحبه معه في رحلة يشترك فيها إثنان ، ومن منهم يود هو تسكليفه بالرحلة إذا لم يستطع هو أن يقوم بها بنفسه .
- (م ٢٢ — مدى القفاء)

مقاييس الأداء العقلي والاستعدادات الخاصة :

- (١) مقياس ويكسلر لذكاء البالغين .
- (٢) اختبار ميلر للقياسات .
- (٣) قوالب برافن التدرجية : اختبار تكوين فكرة صامتة .
- (٤) اختبار دوبلت للتعليل الرياضى : اختبار للاستعداد الرياضى .
- (٥) قياس للإنجاز والاستعداد المهندسين .
- (٦) الإدراك الميكانيكى : قياس الاستعداد الميكانيكى والقدرة على استخدام القواعد الميكانيكية .
- (٧) اختبار مؤهلات ضابط السلاح الجوى : الأجزاء المستخدمة عبارة عن قياسات للاستعدادات السكية واللفظية .
- (٨) اختبار مؤهلات الطيران : قياس للإنجازات الدراسية :
- (٩) اختبار الذاكرة فى الفضاء : اختبار الذاكرة لتعيين مواضع الأجسام فى الفضاء .
- (١٠) التوجيه الفضائى : قياس النظر والتوجيه الفضائين .
- (١١) أشكال جوتاشالدت المتخفية : قياس القدرة على تحديد شكل بالذات متشابك فى مجموعة من التفاصيل غير المترابطة بعضها ببعض .
- (١٢) اختبار جيلفورد تسيارمان للرؤية الفضائية : اختبار للقدرة على رؤية الحركة فى الفضاء .

وقد حصلنا ، علاوة على نتائج الاختبارات والمقابلات ، على معلومات هامة عن انفعالات كل من المرشحين لسلسلة من تجارب الإجهاد التى تشبه الظروف المتوقعة أثناء الرحلة . إلا أننا لن تناقش تصميم هذه الاختبارات

أو العوامل النفسية التي قمنا بقياسها . كما حصلنا على بيانات سيكولوجية من المراقبة المباشرة لسلوك المرشحين ، ومن اللقاءات التي تمت بعند إجراء التجارب ، وعدد من الإجراءات تم قبل وبعد كل مجموعة من ستة اختبارات للأعمال الإحساسية والحركة النفسية . وكانت هذه الإجراءات كما يلي :

(١) اختبار بدلة الضغط : وفيه يلبس كل مرشح بدلة محكمة الشد على جسمه صممت لإحداث ضغط على الجسم أثناء الطيران على ارتفاع كبير ، ثم يدخل إلى غرفة خلخلت من الهواء إلى الضغط الجوي على ارتفاع ٦٥٠٠٠ قدم ، مما يؤدي إلى ضيق وانحسار بدنيين .

(٢) العزل : قمنا بحبس كل من المرشحين في غرفة مظلمة لا يسمع فيها صوت لمدة ثلاث ساعات . ولو أن هذه الفترة القصيرة ليست بمجهود لمعظم الناس ، فقد حصلنا خلالها على بيانات عن أسلوب كل من المرشحين في التكيف للعزل . وقد ساعد هذا الإجراء على معرفة الأشخاص الذين يعجزون عن تحمل السكون الإخباري والحبس في حيز صغير انعدمت فيه الحوافز الخارجية .

(٣) مقلد السلوك المعقد : وفيه طلب من المرشح أن يستجيب بطرق مختلفة إلى كل إشارة من ١٤ إشارة ظهرت بترتيب عشوائي بسرعات متزايدة . ولما كان المقصود بالاختبار أن يسبب أشد ارتباك ، فإنه يصلح لقياس القدرة على تنظيم السلوك والاحتفاظ بالاستقرار العاطفي وهو تحت تأثير الإجهاد .

(٤) العجلة : وفيه وضع المرشحون داخل جهاز الطرد المركزي في مواضع مختلفة تحت تأثير عجالات مختلفة . ويؤدي هذا الإجراء إلى القلق وفقد قوة التوجيه والعمى المؤقت في حالة الأشخاص الحساسين له .

(٥) الأصوات والتذبذب : يذبذب المرشحون في ترددات وسعات متغيرة ، ويتمرضون إلى أصوات عالية الطاقة . وهي ظروف تؤدي إلى خفض الكفاءة .

(٦) الحرارة - قضى كل مرشح ساعتين في غرفة احتفظنا فيها بدرجة حرارة قدرها ١٣٠°. وهذه أيضاً تجربة مضمّنة قد تؤدي إلى خفض الكفاءة. وبعد أن انتهت جميع الاختبارات قمنا بتقييم كل رجل في مؤتمر ضم أولئك الإخصائيين الذين جمعوا البيانات السيكولوجية. وتمت التقديرات النهائية في كل من التجارب التي سبق شرحها، مع أخذ بعض الاستعدادات الخاصة في الاعتبار، ووصلنا من ذلك في النهاية إلى ترتيب المرشحين فيما بينهم: ثم قمنا بعد ذلك بجمع تقديرات الاختبارات النفسية، ونتائج الفحوص البدنية، والبيانات الفسيولوجية التي حصلنا عليها من اختبارات الإجهاد، فهياً لنا ذلك وسيلة لتقسيم المجموعة إلى رتب «ممتاز» و «صالح» و «غير صالح». ووصلنا في النهاية إلى اختيار سبعة رجال من القائمة تبعاً للاحتياجات الخاصة في برنامج ميركوري.

انطباعاتنا عن المرشحين للطيران الفضائي:

ولو أنه ليس في وسعنا أن نقيم نتائج الاختيار لعدة سنوات، إلا أن الانطباعات التي استنتجت من التقييم النفسي لهؤلاء المرشحين من الأهمية بمكان. فمن الجائز أن نتوقع، في الإجابة على السؤال: «ما نوع الأشخاص الذين يطلقون إلى المدار؟»، ألفة قوية بعلم الأمراض النفسية، إذ أن لدى الاضطرابات العاطفية في المتطوعين للتجارب العملية تأثيراً قوياً على الاختصار على المرشحين الذين تبين سجلاتهم الماضية أداء فعلاً تحت الظروف القاسية. وقد كان المرجو أن تحاشي فتح الباب للمتطوعين على مصراعيه يقلل عدد الطلاب الذين لا يتمتعون بصفة الاستقرار.

وقد أدهشنا، بالرغم من الإجراءات التي اتخذت قبل الاختيار، قوة حدوث هذه الاضطرابات في المتقدمين الذين أجريت لهم عملية المواجهة، والذين بلغ عددهم ٥٥. أما المرشحون منهم، الذين بلغ

عدد ٣١ ، ومروا في عمالية التصفية الأولى ، والفحوص البدنية ، فقد أثبتت عملية المقابلات الثانية والفحوص السيكولوجية صحة انطباعاتنا الأولى عنهم - فلم يبق دليل واحد لتشخيص مرض نفسى ، أو مرض عصبى ، أو ارتباك فى الشخصية فى أى عضو من هذه المجموعة .

على أنه فى الإمكان تقديم بعض التعليقات العامة فيما يختص بهذه المجموعة البالغ عددها ٣١ ، والتي دخلت كل عمليات الاختيار . فقد كانت أعمارهم تتراوح بين ٢٧ و ٣٨ سنة ، وكان متوسطها ٣٣ سنة . وكان جميعهم ، عدا واحداً ، من المتزوجين . وكان عشرون منهم من المناطق الغربية المتوسطة ، أو الغربية القصوى ، أو الغربية الجنوبية . وكان منهم سبعة وعشرون من عائلات سليمة . وكان عشرون منهم أبناء وحيدى ، أو أكبر أبناء والديهم . (وقد يجدر بنا أن نذكر بهذه المناسبة أن أربعة من السبعة الذين وقع عليهم الاختيار النهائى يحملون اسم « الصغير ») ، أما التسمية باسم أحد الوالدين فقد كانت مقسمة بما يقرب من التساوى بين الآباء والأمهات ، ولو أن الأمهات اللاتى اقترنت بهن هذه الأسماء كن أمهات يمتنن بالقوة ويظهرون فى أغلب الحالات بمظهر الذكور . أما انطباعاتنا التى استنتجناها من المقابلات فكانت توحى إلينا بأن هؤلاء كانوا أفراداً هادئى البال ، ناضجين ، سليمة البنية . أما تقديراتهم فى جميع أنواع الاختيارات التى أجريت فقد وضعتهم فى الثلث الأول من المقياس ، بينما كانت التقديرات الخاصة بالاختيارات الحقيقية وقدرة التكيف والواعز بصفة خاصة مرتفعة جداً . ولم يكن هناك دليل واضح على وجود حب التنازع بدرجة تكفى للتأثير على الأداء . كما ندر ظهور القلق الصريح . أما قوة الدفاع فكانت ذات فاعلية ، أقرب إلى أن تكون إكراهية وإزعاجية ، ولو أنها لم تبلغ حد المبالغة . وكان معظمهم من الأفراد الصريحين الذين يحبون عملهم ، ولا يصرفون وقتاً طويلاً فى الاستبطان .

وقد أظهر معظمهم قدرة على الإشارة إلى غيرهم بالرغم من أنهم لم يظهروا

حاجة شديدة إلى الاعتماد على الغير . أما الأنشطة الشخصية فقد تميزت بمعرفة الوسائل اللازمة لمعاملة مختلف أنواع الناس . كما أنهم لا يتورطون إلى حد كبير مع الآخرين ، بالرغم من الحرارة والاستقرار في علاقاتهم مع ذويهم . ولما كان من المحتمل أن يعزى الاهتمام الزائد بالطائرات ذات الأداء العالي إلى الشعور بالنقص في المجال الجنسي أو غير ذلك ، فقد أكدنا بصفة خاصة على ضرورة استعراض فترة المراهقة لكل من المتقدمين . ولكننا لم نتسكن من كشف كثير من المعلومات التي تبرز اتخاذ قرار ينص على أن للشا كل اللا شعورية التي من هذا النوع كانت إما أكثر أو أقل منها في المجموعات المهنية الأخرى .

ويندو أن نسبة كبيرة من هؤلاء الرجال قد مروا بمرحلة المراهقة بهدوء . كما أن كلاً منهم كان ممتازاً في النواحي المدرسية والاجتماعية . وكان كثيرون منهم رؤساء لفصولهم ، أو أظهروا قدرة من نوع آخر على القيادة .

كما أن معظمهم دخلوا الخدمة العسكرية أثناء الحرب العالمية الثانية وأظهر بعضهم اهتماماً زائداً بالطيران في سن مبكرة ، ولو أن معظمهم كانوا يتخذون نحو الطائرات نفس الموقف الذي يتخذه غيرهم من الفتية الأمريكيين . وقد تطوع كثير منهم للتدريب على الطيران ، إما لأنه يهيم لهم فرصة للعمل ، أو لأنه بدا لهم عملاً لطيفاً .

ووصف المرشحون شعورهم نحو الطيران بعبارات مختلفة مثل : « شيء خارج عن المعتاد » ، و « تحد » و « فرصة للوصول إلى ما فوق الهبوب » و « إحساس بالحرية » ، و « فرصة لتحمل المسئولية » . وقد كان قليل منهم ينظرون إلى الطيران على أنه وسيلة لإثبات وجودهم أو لتكوين الثقة في نفوسهم . وكان نفر آخر يعتبر الطيران « طريقة يبين بها الرجال الصالحون ما في وسعهم أن يفعلوه » . ومع أن نصف المتقدمين تطوعوا للتدرب كطيارى اختبار ، فقد كان اختيار الآخرين على أساس ما أنجزوه في أعمال أخرى . وكان

معظمهم ينظرون إلى الطيران الاختباري على أنه فرصة للمساهمة في تطوير صناعة الطائرات، تمكنهم من الجمع بين خبراتهم في قيادة الطائرات وهندستها. فهمتهم الطيران، ولكنهم يرغبون فوق ذلك أن يكونوا في طليعة التقدم. وهم يقرون بوجود الخطر، ولكنهم لا يؤكدونه، بل يشعر معظمهم بأنهم لن يصابوا بأي أذى. إلا أن هذا يبدو نتيجة اعتقاد منهم في إمكان تجنب وقوع الحوادث بالمعرفة والاحتياط أكثر منه أملاً خيالياً، فهم يعتقدون أن التخطيط والتحفظ يقللان احتمال الخطأ إلى حد كبير. على أن قليلين منهم هم الذين تلامهوا مع الفكرة العامة لطيار الاختبار الجريء.

وقد بذلت محاولات لتكوين صورة عن الحوافز للالتحاق بهذه المهنة، إلا أننا لم نستطع أن نصل إلى نتيجة عامة. فالدوافع متباينة إلى حد بعيد. ففي حين أنه قد وضح أن الأسباب الظاهرة قد لا تتعلق بالأسباب الباطنة فإن اختلاف الاتجاهات الشعورية توضح استحالة الوصول إلى تفسير وحيد لعمل يعنى أشياء مختلفة في نظر الأشخاص المختلفين. فقد ذكر واحد منهم، على سبيل المثال، أنه ينعم باختبار الطيران لأنه يقدم له فرصة للقيام بأعمال جديدة ومختلفة. كما أنه ينعم بقيادة أحدث الطائرات — مركبات لن يراها الطيارون قبل عدة سنوات. وينظر شخص آخر، وهو مهندس ملاحه جوية كان في الأصل يهوى تصميم الطائرات، إلى اختبار الطيران كما ينظر الباحث إلى تجربة معملية.

وتبين الأسباب التي دعت إلى التطوع في برنامج ميركوري خليطاً من الاحترافية وحب المجازفة. وقد أظهر جميع المتقدمين تلهفاً على الالتزام بمهنة ذات أهمية بالغة. فهم ينظرون إلى الطيران الفضائي على أنه، من ناحية، الخطوة المنطقية التالية للطيران الجوي، كما أنه من ناحية أخرى يمثل تحدياً. وقد عبر أحدهم عن شعور المجموعة بقوله «لا توجد حدود جديدة كثيرة،

وهذه فرصة للوصول إلى أحدها . وتضمنت بعض التعبيرات الأخرى :
« بعد حديد الطيران » ، و « مرحلة جديدة من مراحل طيران المركبات المحملة
بالبشر » ، و « فرصة لوضع أسنانك في شيء أوسع » ، و « العصر التالي لعصر
الطيران » ، و « مساهمة في المعرفة البشرية » ، و « برنامج المستقبل » ،
و « مجال لطيف ومثير » ، « فرصة للوصول إلى الطابق الأرضي لأعظم شيء
صنعه الإنسان » .

وفي نفس الوقت كان معظم المتقدمين عمالين يدركون أن هذا البرنامج
يفيد أعمالهم . وكان البعض ينظرون إليه على أنه فرصة لضمان مهنة لطيفة .
كما كان معظمهم يدركون الاتجاه العام للاجتماع عن طائرات الركاب التقليدية ،
وينظرون إلى برنامج ميركوري على أنه وسيلة للوصول إلى قلب التطورات
المستقبلية . فقد قال أحدهم : « نحن آخر دفعة في سلاح الفرسان ، ولن يكون
لدينا مزيد من الطائرات المقاتلة . هذه هي الخطوة الكبرى التالية في عالم
الطيران وأود أن أكون جزءاً منها » . كما أن معظمهم يدركون ما وراء هذا من
شهرة شخصية ، ويشعرون بطرب لهذا الأمر « ولو أنه ليس سبباً مهماً من
أسباب التطوع » .

ومع أن كل المتقدمين يتوقون إلى الطيران ، إلا أنه لم يكن همهم الوحيد .
فمعظمهم يرغب في أن يساهم في تطوير صناعة السفينة ، وأن تتاح لهم الفرصة
لرفع مستوى تدريبهم التكنولوجي . كما أن بعضهم ينظر إلى الطيران المداري
على أنه فرصة لاختبار جهاز ساعده في صنعه . على أنهم يقدرّون أخطار المجازفة
ولكنهم يقبلون عليها . ويصر أغلبهم على ألا يذهبوا إلا إذا رجعت كفة
سلامة عودتهم ، فلن يذهب أحد ليموت ، تجذبهم إلى هذا النوع من الطيران
نواحيه البناء أكثر مما تجذبهم نواحيه الهدامة .

وتشير الاختبارات السيكولوجية، التي أجريت على الرجال الواحد والثلاثين

إلى مستوى عال في الأداء الفكري . فقد كان متوسط المجموع الكلي للدرجات للرجال السبعة الذين وقع عليهم الاختيار النهائي ، يتراوح بين ١٣٠ و ١٤١ ، أو ١٣٥ في المتوسط العام . وكانت الصورة متزنة من حيث تساوى مجموع الدرجات في الاختبارات الشفوية والأدائية .

وقد أوصت القياسات العرضية بنفس القدرة على التكيف التي بدت في المقابلات ، فقد كانت التجاوبات للوروشاخ مثلاً حسنة التنظيم . على أنها لم توح ، رغم عدم ثباتها ، بكثير من الخيال أو الخلاقية . وقد كان الاتجاه نحو التعبير عن الاستفزاز العدواني بالفعل لا بالخيال .

وقد دل السلوك أثناء اختبارات العزل ومقلد السلوك المعقد — التي يمكن اعتبارها على الترتيب دخلاً من العبء الخفيف ودخلاً من العبء الثقيل — على قدرة عالية على التكيف ، إذ لم يطلب واحد من المتقدمين إنهاء العزل قبل أوانه ، ولم ينظر واحد منهم إليه على أنه تجربة صعبة . ولم يبلغ عن أى تغير في الإحساس ، وهذا ما كنا نتوقعه في استعراض قصير مثل هذا . وقد قام خمسة عشر شخصاً بمرمجة تفكيرهم أثناء العزل ، كما اعتبرت المحاولات التي بذلها خمسة منهم لتنظيم أفكارهم دليلاً على حاجة قوية إلى الترتيب . وقد فكر ستة عشر منهم تفكيراً عشوائياً ، واسترخوا ونعموا بالتجربة ، كما أن غالبيتهم ناموا جزءاً من الوقت على الأقل .

فلما تعرضوا للظروف المضادة — التي تتطلب عملاً زائداً بدلاً من عمل ضئيل — كان في وسعهم أن يتجنبوا السقوط المصحوب باليأس خلف الآلة . ولم يقلق منهم سوى القليل بسبب استحالة التجاوب الفوري . وقد اكتفى أغلبهم بالأداء على أحسن صورة ممكنة مع ارتفاع تدريجي في المقاومة الجلدية بالرغم من العمل بسرعة جنونية .

وقد ظهر ترابط موجب بين الانفعالات الناتجة من السيكولوجية والتقديرية النفسية . فإن الأشخاص الذين حصلوا على أعلى التقديرات في العوامل السيكولوجية كانوا هم الذين قاموا بأفضل أداء في اختبارات العجلة ، والصوت والذبذبات ، والحرارة ، وغرفة الضغط . وقد كانت تقديراتهم في تحمل الإجهاد من بين أعلى التقديرات التي نالها مئات ممن تعرضوا لهذه العمليات من قبل . ولا يدل قبولهم لهذه المتاعب والمضايقات التي تفرضها هذه المرحلة من البرنامج دون قيام أية شكوى على قوة دافعهم فحسب ، ولكنه يدل فوق ذلك على فضولهم العام وقنوتهم على تحمل الإرهاق .

وخلاصة القول ، أقترح أن أفضل طريقة معقولة لاختيار الأشخاص لعمل شيء لم يفعله أحد من قبل هي اختيار الرجال الذين نجحوا في المهمات الملحة في الماضي . فإذا رغبنا في الإقلال من احتمال الخطأ فلا بد لنا من مشاهدة عينة واسعة من السلوك ، مع بذل كل مجهود لضمان ملاءمة هذه المشاهدات قدر الإمكان لما نتوقعه من متطلبات المهمة .

وإننا نرجو أن يؤدي قصر الاختيار على الأشخاص الذين أظهروا قدرة على التكيف على كل الظروف التي يتعرضون لها ، نرجو أن يؤدي إلى التوفيق في العثور على الرجال الذين يتمتعون بأفضل المؤهلات للطيران الفضائي . على أن تقتنا سزداد قوة بفضل اتجاه الرجال الذين وقع عليهم الاختيار . فقد عبرت غالبيتهم عندما سئلوا عن السبب الذي دعاهم إلى التطوع ، بقولهم : « لقد تعلمنا في السنوات الخمسين التي أعقبت طيران الأخوين رايت ، الطيران بسرعة تفوق سرعة الصوت ، وعلى ارتفاع يزيد على ٥٠٠٠٠ قدم . كما تعلمنا في السنوات الخمس التالية كيف نضاعف ذلك . وها نحن على استعداد في الوقت الحاضر للارتفاع إلى ١٠٠ ميل . فكيف يسمح أي واحد لنفسه أن يرفض فرصة يكون فيها جزءاً من شيء من هذا النوع ؟ » .

ملحق رقم ٢

نبذة من "الحياة الخارجية طرق علمية للبحث عن الحياة خارج الأرض"

(من مذكرة لـ دكتور جوشوا ليدزبرج بقسم التناسليات بالمركز الطبي بجامعة ستانفورد بمدينة بالوالتو بولاية كاليفورنيا ، وهو عضو باللجنة رقم ١١ الخاصة بالأبحاث السكولوجية والبيولوجية التابعة لمجلس أبحاث الفضاء ، قرأها في ١٣ يناير ١٩٦٠ في الندوة الدولية الأولى لعلوم الفضاء التي عقدت بمدينة نيس بفرنسا تحت إشراف لجنة أبحاث الفضاء التابعة للمجلس الدولي للأنحادات العلمية ، وأعيد طبعها مع الأعمال التي نشرتها شركة نورث هولاند للنشر بأستردام في عام ١٩٦٠ . كما أن المذكرة ظهرت أيضاً في كتاب العلوم والفضاء الذي جمعه وأعدّه لويد بيركنز وهو أديشو في عام ١٩٦١ ، وقام بنشره ماك جروهيل ، وكان طبعها بتصريح خاص .)

الأهداف السكوكية

حظيت صلاحية الكواكب القريبة لقيام الحياة فيها باهتمام كبير . على أن المريح بطبيعة الحال هو أصلح هذه الكواكب بسبب التشابه الكبير بين بيئته وبيئة الأرض . إلا أن ما قيل عنه من ندرة الرطوبة الحرة والأكسجين لمن الأسباب التي تحد من وجود الإنسان ومعظم الحيوانات الأرضية على سطح المريح . على أن هناك قليلاً من الشك في إمكان امتعاش كثير من الكائنات الحية الأرضية البسيطة هناك . وقد قرر بعض الدارسين في الواقع أن في المريح صورة خاصة به من صور الحياة . وربما كان أهم دليل على ذلك هو الطيف الانعكاسي تحت الأحمر الذي سجله سينتون ، والذي يشير إلى تجمع المواد الإيدروكربونية في المناطق المظلمة . يؤيد ذلك تقرير دلفوس (أنظر هذه الندوة) عن التغيرات الموسمية في حبيبية هذه المناطق . على أن أهم تحفظ لا بد

من تسجيله هو أنه من الجائز أن تكون هذه التغيرات ظاهرة متيوروولوجية تؤثر على كميات كبيرة من المواد التي قد تكون كربونية ، ولو أنها ليست من الضروري أن تكون حية . ومعظم ما تأويه الأرض من هذه المواد مصحوب بالحياة ، إلا أن هذا قد يكون مرتبطاً باستغلال الكائنات الحية الشرهة لهذه المركبات أكثر من إنتاجها عن طريق التركيب الحيوى . ومع ذلك فإن أقرب تفسير للبيانات الفلكية إلى القبول هو أن المريح كوكب حى^(١) .

على أن قابلية كوكب الزهرة للسكنى أمر يتوقف على درجة حرارته، وهى موضوع لا يزال عرضة للجدل الطويل . وربما كانت أفضل وسيلة لدراسة الحياة على هذا الكوكب هى البدء بإجراء قياسات للتوزيع الرأسى لدرجة الحرارة . فلو أن درجة الحرارة عند السطح كانت مرتفعة إلى حد لا يطاق ، فإن هذا لا يمنع من وجود منطقة أكثر اعتدالاً فى بعض الطبقات الأخرى .

كما أن تعرض سطح القمر للإشعاع الشمسى، وعدم احتفاظه بجو محسوس ، كانا من العوامل التى استبعدت من أجلها احتمال وجود الحياة عليه . إلا أن تركيب طبقات القمر السفلى ، حتى على بضعة أمتار تحت السطح، أمر ولاشك يستحق الدراسة (أنظر أورى ، فى نفس الندوة) وخاصة على ضوء التقارير الأخيرة التى تقدم بها كوزيريف عن التفجرات الغازية . وقد يكون من اللازم أن تؤجل وضع الخطط الواقعية للدراسة البيولوجية للقمر إلى ما بعد ظهور نتائج التحليلات الكيميائية .

على أن القمر ، بصرف النظر عن بعض احتمال وجود الحياة عليه ، عبارة عن شرك تسقط عليه الشهب بفعل الجاذبية . وقد تتمكن من حين إلى آخر

كثيراً ما يستخدم لفظ « خضرة » — ومن الواجب ألا نشجع هذا الاتجاه إذا كان يتضمن أن صور الحياة على المريح تدخل بحكم الضرورة ضمن التقسيم النباتى الذى نعرفه على الأرض

من فرز كميات كبيرة من هذه المواد البكر لدراستها من ناحية ما أسماه هالدين «الحياة النجمية الدنيئة» - الاختبار الوصفي لنظرية انتشار الميكروبات. وقد تتعرض الرواسب المكشوفة للهلكة نتيجة للإشعاع الشمسي ، إلا أنه لا بد من وجود ملاجئ مظلة . وقد يكون كوكب عطارد شبيهاً بالقمر فيما عدا أن جانبه المظلم يستطيع أن يهيئ ملاجئاً من هذا النوع ، أكثر وثوقية بالرغم من زيادة بعده .

وقد يجدر بنا من الناحية العلمية أن نقوم بدراسة موضوع كشف الكواكب الكبرى على ضوء بعدها وصعوبة الإبطاء في مجال كوكب المشتري . إلا أن ثرواته من العناصر الخفيفة ، التي تتعرض للتشيع الشمسي في درجات من الحرارة ومجالات من الجاذبية تختلف عما ألفناه منها على كوكبنا الأرض ، قد تهيئ احتمالات مثيرة لعمليات كيميائية حيوية .

محاولات تجريبية

تقيم معالجتنا لهذا الموضوع بالتواضع الجرم من حيث المدى الحقيقي لإمكانياتنا . على أن عمليات الهبوط المفيدة على أهداف كوكبية عمليات محفوفة بالصعاب والمخاطر ، فنحن لانستطيع إغفال ما أتيج لنا من فرص لإجراء التجارب من بُعد أثناء حمائنا لتخطيط مهمات تقتضي مزيداً من الإقدام والشجاعة . وقد تمدنا الخطات الفضائية الضخمة التي تحمل التلسكوبات الكبرى بوسائل للكيمياء الفلكية يمكن مقارنتها ، من حيث الإنتاج ، بالسبارات التي تمر بالقرب من تلك الأهداف .

ولأنه لما يقسم بالصيغة التعليمية أن تساءل عن طريقة تشخيص وجود الحياة على الأرض نتيجة لأرصاء أخذت على بعد منها . فإذا سمحنا لأنفسنا بالحكم من الصور الفوتوغرافية ، التي حصلنا عليها حتى الآن من الصواريخ

السياحة على ارتفاع كبير ، فإن ما ترجوه لن يتعدى بعض الصور ذات الأبعاد الكبيرة لثقافة منظمة ، من مدن وطرق وصواريخ . على أن هذا التحفظ قد لا يعطى القيمة الصحيحة لإمكانات التصوير ذى التحليل العالى ، والمقاييس الطيفية الحساسة تحت الحمراء ، والنتائج المعقولة التى نستنتجها من التغيرات للوسمية فى لون الأرض وتركيبها . إلا أننا قد نستنتج ، أن الدراسات التى تجرى من بُعد ذات قيمة كبرى للمعلومات الكيميائية التمهيدية ، ولو أنها قد لا تكون حاسمة فى مجال البحث عن الحياة الخارجية . وحتى إذا استطعنا أن نحكم بمزيد من التأكيد على وجود كائنات حية فى الدورة المريخية ، بدلاً من محاولات كيميائية لا تنبض بالحياة ، فسنظل قاصرين فى إدراك التفاصيل الكيميائية الحيوية الوثيقة التى تعد الهدف الأساسى من البحث فى الحياة خارج الأرض . ومن جهة أخرى ففى وسع كوكب ما أن يأوى مملكة واسعة من الكائنات الحية تتحدى الكشف عنها من بعد ، شأنه فى ذلك شأن الصحارى الشاسعة والمياه العميقة .

وتعد الكائنات الدقيقة لعدة أسباب أنسب الصور التى يجب أن نركز عليها إمكانياتنا الهامشية . إذ أنها أقدر من الكائنات الأكبر منها على أن تنتعش فى بيئة محدودة الإمكانيات ، كما أنه لا بد للكائنات الدقيقة من أن تسبق الكائنات المرئية فى التسارع التطورى ، ولو أنه ليس مما لا بد منه أن نفترض أنه من الضرورى أن البكتيريا الموجودة حالياً كائنات بدائية جداً . وهما هى الأرض تحمل عليها كلا النوعين من الكائنات ، وفى إمكاننا أن نتصور عالماً آخر لا يحمل سوى الكائنات الدقيقة (الميكروبات) ، إلا أننا لانستطيع أن نتصور عالماً يخلو من الميكروبات إذا كان يحمل أية صورة من الحياة . وبالمثل إذا أخذنا الأرض نرمتها فإننا نجد أن الكائنات الكبيرة لاتشغل من مسطحها إلا جزءاً يسيراً . إلا أننا قد نجد دليلاً معقولاً على وجود

الحياة المجهرية في أية قطرة من الماء أو قبضة من التراب أو لفحة من الريح .
فإذا أعطيت عينة محدودة لدراستها ، فمن المؤكد أن التحليل الميكروبيولوجي
سيؤدي إلى تشخيص يعول عليه لوجود الحياة في أى مكان على الكوكب .
وبنفس المنطق يمكن أن نرى أن أكبر تنوع للوسائل الكيميائية الحيوية
ستمثل بين مملكة الكائنات الدقيقة الموجودة في عينة صغيرة .

كما أن السابرات الميكروبيولوجية تقدم لنا مزايا فريدة لجمع وتحليل المادة
الحية . ولنبدأ من ذرة مفردة ، وسنجد أنه من السهل تزرير الميكروبات
داخل نطاق الجهاز التجريبي ، فتظل بذلك متاحة لإجراء التجارب الفسيولوجية
والكيميائية التي قد تكون على أكبر درجة من الصعوبة في إجرائها على
الكائنات الكبيرة . (قارن على سبيل المثال بين الآلات الأوتوماتيكية
اللازمة لاقتناص الفأر والفيل ، ثم تعيين متطلباتهما الغذائية) . ويبدو أن
أن طرق كيمياء الخلية على النحو الذى تطورت إليه في التحليل الكيميائي
للخلايا المجهرية والكائنات هي أنسب الوسائل للتألية والتسجيل من بعد ،
الأمر الذى يعتبر ميزة هامة تحت الضغط الحالى للوقت والموهبة والإنفاق .
على أنه لا يمكن الجسم في الخلاقات في الخطوة قبل الحصول على معلومات
حقيقية عن مدى النمو عند الكائنات الدقيقة التى يمكن أن تتبادل فيما بين
الكواكب . ومن ثم كانت السوابق العملية في العلوم الأرضية الخاصة بالحياة
خارج الأرض على أعظم قدر من الوضوح في الكيمياء الحيوية الميكروبية .
على أن الأهداف التصورية على صلة وثيقة بالوراثيات الكيميائية الحيوية .
وغنى عن القول إنه لا يمكن إغفال أى مورد أو موضوع آخر من علوم الحياة
عند النظر في وضع برنامج تجريبي .

وإلى جانب التصميمات التجريبية ، فإنه من الممكن تنظيم خطوات
البحث عن الحياة خارج الأرض بالتقدم في القدرات النقلية والتوجيهية
ووسائل إرسال البيانات . فإذا كنا نتوقع أن تبقى هذه في حالة توازن معقول-

من حيث الاتصالات التليفزيونية ، ذات الوقت الثابت أو الحقيقي ، مع السار الكوكبي . فقد يكون الميكروسكوب أكثر الآلات الحسية كفاءة . فإن وفرة الصور لاتضيع هباء : فهل نضع كل تقننا في دفعة واحدة من صندوق أسود غاية في الكفاءة لتجيب لنا على كل أسئلتنا الكونية ؟

وتمشياً مع هذا الوعي التجريبي ، فلا بد للسلسلة النهائية للاجتلاء المجهرى من تدعيمها بثلاثة أنواع من التطورات :

- ١ — لجمع العينات ونقلها إلى فتحة الميكروسكوب .
- ٢ — لتحضير العينات للدراسات الكيميائية الخلوية .
- ٣ — لوقاية الجهاز ضد مخاطر البيئة ، ووضعه في المكان المناسب بعد الهبوط ، كوسيلة للإضاءة والتبشير ، وربما للاختيار البدئي للصورة . على أن الدراسات التفصيلية لهذه المشاكل مازالت في مستهلها ، وما الاقتراحات التالية إلا على سبيل الاختبار :

قد تكون أسهل العينات في الحصول عليها هي الغبار الجوى وعينات من التربة السطحية يحصل عليها الجهاز بمجرد هبوطه ، على أن تجمع هذه العينات على شريط متحرك من النوع الشفاف يخرج من الجهاز لالتقاط العينات ثم يعود لينطوى من جديد داخل الجهاز . أما العينات الكبيرة التي يجمعها مثقاب التربة ففي الإمكان تعريضها لتركيز مبدئي للمركبات اللامعدنية بتعويمها في سائل كثيف . ويعمل استخدام هذا الشريط على تبسيط مشكلة معالجة العينات بسلسلة من الكشافات ، مثل إنزيمات معينة أو أصباغ فلورية تسمح بالكشف عن أحماض النيوكليك والبروتينات . كما أن استخدام المجهر بالاستعانة بالضوء فوق البنفسجي ، وخاصة عند ٢٦٠٠ر٢٨٠٠ أنجستروم ، يعد أقرب الطرق في التمييز بين الكائنات الحية الدقيقة والجسيمات المعدنية ، وذلك لما يمتاز به من قدرة على اختيار أحماض النيوكليك والبروتينات .

ويمكن القول بصفة عامة إنه في الإمكان تهيئة الميكروسكوب للقيام بعدة عمليات تحليلية بسيطة بشكل تركيبها على نطاق واسع مشابه لكل عويصة للوسائل الآلية

على أنه في الإمكان تهيئة الجهاز المجهرى لحولة صافية بطريقة أكثر واقعية عندما يتم بناء واختبار النماذج الأولى للعمل . فسيكون علينا مثلاً أن نختار بين التمييز الدقيق مقدماً لميكروسكوب ثبت عدساته وفتحاته على بناء مماثل ، وبين ضابط مستمر للبؤرة يعمل بواسطة جهاز ضوئى (ابتكار لن يكون غديماً الجدىوى فى العمل البيولوجى) . وقد تساعد الأصباغ الفلورية على تسهيل التمييز الآلى للاحتفاظ بالقوة اللاسلكية . أما الشريط المتحرك فيمكن إيقافه وتشغيل جهاز الإرسال كلما وقع جسم مصنوع فى مجال الرؤية . وفى وسع هذه التجارب الأولية أن تبين بعض اللامح العامة للكائنات الحية الدقيقة الكوكبية . وستؤيد البيانات ، التى تقدمها هذه التجارب ، الدراسات الأوسع نطاقاً فى خواص النمو ، والتركيب الكيميائى ، والقدرات الإنزيمية للكائنات للزراعة على نطاق أوسع . على أنه يمكن أن يؤخذ فى الاعتبار التفاعل بين هذه الكائنات وللزراع التيسجية للخلايا الحيوانية . وسيصبح فى مقدرونا أن نستنتج من أرصاد هذه السابرات الأولية طريقة للتنبؤ بالتأثير البعيدة المدى للتداخل بين الكائنات الحية الكوكبية .

المحافظة على الموارد الطبيعية

وقد كان من نتائج الاتصال بين الكواكب امتداد الحياة الأرضية إلى بيئات جديدة . وهما هو التاريخ بوضع لنا كيف أدى استغلال الموارد الجديدة إلى زيادة خبرة الإنسان . فكثيراً ما رأينا تلفاً عظيماً ، وبؤساً نحن فى غنى عنه ، ينبعان عن انتشار طائش لمرض من الأمراض وغير ذلك من

الاضطرابات البيئية. وللجنس البشرى فرصة حيوية في الامتداد للنظم المتفع
للافق الكونى الذى يعد مقياساً دقيقاً لنضوج وعينا القومى واهتمامه
بالأجيال القادمة ، وبالطريقة التى تتجاوب بها مع التحديات المجردة والخرىثة
للطيران الفضائى .

على أن إدخال الحياة الميكروبية في كوكب كان من قبل قاحلاً ، أى في
كوكب تشغله صورة من الحياة أقل تأقلاً ، قد يؤدي إلى النمو التفرعى للحياة
القائمة فيه وما يتبع ذلك من نتائج تدخل في نطاق الكيمياء الجيولوجية .
وتستطيع البكتيريا العادية التى يبلغ جيلها ٣٠ دقيقة ، بالاستعانة بالرياح
والتيارات ، أن تحتل بيئة مغذية في حجم الأرض في خلال بضعة أيام
أو أسابيع ، ولا يحذر من انتشارها سوى نفاذ ما يتاح لها من الأغذية . ولذلك
كان لزاماً علينا أن نمنع حدوث أى تلوث من التلوثات الأرضية من أن يدخل
إلى سفننا الفضائية . ولا بد من أن يظل هذا القيد قائماً إلى أن نحصل على
معلومات حقيقية نستطيع منها أن نقيم يقين أضرار حركة المرور الحرة ،
وتعيين ما إذا كانت هذه الأضرار من الصغر بحيث يصبح في الإمكان التهاون
في تلك القيود .

أما في الوقت الحاضر فإن أوضح القيم التى يهددها التلوث هي القيم
العلمية . فإذا ما نمت البكتيريا الأرضية نمواً تفجيرياً على كوكب المريخ ، أدى
ذلك إلى تدمير الجائزة التى لا تقدر بثمن ، والتى سنحصل عليها نتيجة لإدراك
طبيعة حياتنا نحن بالذات . وحتى إذا لم تسبب بعثة مفرطة في تلويث كوكب
ما ، فإن التهديد بقيامها بهذا العمل سوف يؤدي إلى الارتباك في الدراسات
المستقبلية إذا وجدت بعدئذ كائنات حية من النوع الموجود على الأرض .
إلا أن هناك قيمة أخرى في الاعتبار . فبعض النظر عن المشكلات العلمية
البعثة ، أفطن تسبب في تطفل طائش على صور الحياة الأخرى ؟ وسيكون

من الحاقة أن تنبأ عن الطرق التي تقوم بها سطوح الكواكب غير المضطربة ،
وكائناتها القائمة فيها ، ومواردها الجزيئية ، بخدمة احتياجات الإنسان . فإذا
كان لدينا من الأسباب ما يبرر تحملنا على هذه القيم فنحن لا نرغب قطعاً أن
نعمل هذا عن طريق الإهمال .

وتقتضى فعالية هذا العمل تقديراً لطيفاً للوجود الكلى والقدرة على
التحمل اللذين يتمتع بهما أنواع البكتيريا التي تستطيع العيش في الفراغ
الشديد ودرجات الحرارة المنخفضة ، ولا تموت بسرعة إلا في درجات من
الحرارة تزيد على ١٦٠ درجة مئوية . على أنه من الممكن أن تعقم سفن الفضاء
عن طريق الاستخدام الواسع للمظهرات الغازية ، وبالأخص أكسيد الإيثيلين ،
إلا أن هذه العملية لن تنجح إلا إذا أجريت بدقة فائقة مصحوبة باختبارات
محكومة لإدراك مدى فعاليتها . فإذا وجد أن للزركيات الحبيكة القليل يمكن أن
تكون مصدراً للتلوث ، فالواجب يقضى بتعقيمها عادة كيميائية قبل إحكام قفلها ،
أو بالحرارة بعد إحكام قفلها ، أو بالتشعيع بمجوعات عالية القوة . ولدينا قدر عظيم
من الخبرة في تكنولوجيا التعقيم ، ومن الواجب أن نتدرب الخبراء في وسائل
التعقيم للإشراف على هذه العملية .

ويتضمن تقييم هذه المشكلة مجازفة لم نشر بتحقيقها في جميع الأوقات .
فإن مخاطر الطيران الفضائي بالذات ، أو الصدمة القوية ، أو البيئة البكوكينية ،
قد تكفى لإخار أية تلوثات . ولكن هل في وسعنا أن نعتمد على أية فروض
مشكوك فيها إذا كنا نعلم بخطورة المجازفة ، وكان لدينا من الوسائل العملية
ما يكفل الوقاية التحفظية ؟ ولا بد لنا من أن نكون سريعى التأثر بصفة
خاصة بالتغيرات الشديدة في يثبات سفينة الفضاء أو سطوح الكواكب التي
قد تهوى . ماوى الإبقاء على حياة الميكروبات بغض النظر عن ماهية
الظروف المتوسطة .

وتعتبر تصرفات المسئولين في كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي، من عزمهم على اتخاذ الاحتياطات الكافية في جميع الرحلات الحقيقية، خطوة هامة بناءة في مجال البعث عن الحياة خارج الأرض . وسوف يدعو العلماء في كل مكان إلى اتخاذ هذه الإجراءات بنفس العناية والحماس الذين دواعيا في نواحي البحوث الفضائية الأكثر إيجابية وثألة وإجادة . ويقتضيه علم الميكروبيولوجيا (علم الأحياء الدقيقة) في المقتل اعتمادا كليا على الدقة في استخدام الوسائل الخاصة للزرع الخالص . التي أعطى من الجراثيم : فإذا لم تتبع نفس الدقة في علم الفضاء فإنه يحدو بنا أن نسكن أقمعا متاعب التفكير والإعداد للبعوث للكشف عن الحياة خارج الأرض . وتستكون الرحلات إلى الكواكب في بادئ الأمر رحلات في اتجاه واحد ، إلا أنه لابد لنا من أن نرتب العودة على تنفيذ رحلات الذهاب والعودة ، وحق رحلات يشترك فيها الإنسان . ومما لا شك فيه أن تحليل العينات الكوكبية يمكن أن يجري لأي غرض على بسهولة أكبر ودقة أوفر في العامل الأرضية مما لو أجريت بالوسائل البعيدة ، إذا ما من الممكن استخدام جهاز خاص في كل خطوة من خطوات التحليل (أو قد تقتضي الحاجة تصميم جهاز جديد) ، كما أنه من الممكن الاستمرار في الأخذ والعطاء بين حكم الإنسان والبيانات التي تقدمها الأجهزة . إلا أن العودة بهذه العينات إلى الأرض يعرضنا هنا لمخاطر الطوث بالكائنات الحية الغريبة عنا . ولما كنا حتى الآن في شك من وجود كائنات على كوكب المريخ ، مع تجهلنا التام بخصوصياتها إن وجدت ، فإنه في مشيئة الصعوبة أن نقيم مدى المخاطرة إذا حدثت : على أن أعظم المخاطر ستكون في إدخال مرض جديد قد يهدد صحة البشر . إلا أن ما نذكره في مجال العدوى سيجعل من هذا احتمالاً مستكبراً كما فيه إلى أقصى درجة ، فإنه لابد لمعظم الكائنات المسببة للأمراض من أن تقوم بمثلثات منقطة من

عمليات الألفة قبل أن تتمكن من مقاومة وسائل الدفاع البشرية الفعالة ،
أومهاجة خلايانا ، والانتقال من شخص إلى آخر . وإنه ل يبدو من أبعد
الاحتمالات أن تكون هناك كائنات حية دقيقة قد اكتسبت هذه القدرة
بالرغم من افتقارها للخبرة في ضيافة الإنسان أو غيره من الكائنات الشبيهة .
إلا أنه من الجائز أن يثير جدلاً مضاداً فنقول إننا قد اكتسبنا وسائلنا الدفاعية
ضد البكتيريا الأرضية . ومن الجائز ألا تكون لدينا نفس المناهضة ضد كائنات
تنتقل إلى الفيروسات والبكتيريا البذرية التي تساعدنا على تمييزها بأنها غريبة
عنا . وعلاوة على ذلك فمن الممكن قد نعرفنا بضعة أمراض (مثل مرض البهقلاء ،
والنسم للمباري والمرض الجلدي أسبرجيلي) التي نعتبر إصابة الإنسان بها
حدثاً حيوياً . ولا يمكن الفصل بين هذه المحاولات إلا بعد الحصول على
البيانات الصريحة . ومع ذلك فإذا كانت هذه الكائنات الحية من النوع
الضار ، فيطلب كونها من الأعشاب على كونها من الطقليات ، بحيث يتجه
تأثيرها إلى الزراعة والمهدوء العام البائد في يئتنا ، وأن تكون من عوامل
الإزعاج الدخيلة على أن تكون من المهاجمات العادة . إلا أنه حتى أبعد
الاحتمالات لنقل مرض معد ، وأقرب الاحتمالات في إيجاد عامل للإزعاج ،
لا بد له من أن يفرض خطراً صارماً على نقل عينات كوكبية قبل الوقت
المناسب ، أو على سفن الفضاء التي قد تنطلقا على سبيل التباهل . وعلى أنه
لا بد ، للمرة الثانية ، من أن تقدم لنا تجاربنا الأولية أسس المعرفة التي تباعدنا
على مواجهة الكائنات الخارجية ، واختيار ما قد يكون له فائدة اقتصادية .
وقد نعمل في نفس الوقت على ابتكار وسيلة جديدة للتعميق لتحقيق من حدة
هذه المشاكل . وإذا أن أقص ما يتوقع في الوقت الحاضر ، من احتمال معالجة
عينات كوكبية على الأرض لمنع أي خطر محتمل ، هو احتمال هاشي إذا
قورن بحسامة المجازفة .

ويثير الإنسان ، من بين المحولات الصافية التي قد تنقل في الرحلات ما بين الكواكب ، أعظم اهتمام بين الجماهير . فقد يدغم في الوقت المناسب بما يكفيه من المحولات الصافية لقيامه ببعض الأعمال المفيدة في عمليات الكشف التي تعجز الآلات عن أدائها . إلا أنه مستودع تحتشد فيه التلوثات الميكروبية التي يعد إعدامها أصعب الأمور ، كما أنه مركبة حاملة للكائنات الحية المعدية . وعلى ضوء هذه الصعاب ، ومادام الطيران الفضائي البشري يتوقف على إمكان عودة الملاحين ، فلا بد من الحصول على أساس سليم من المعرفة العلمية عن طريق التجارب الآلية قبل إجراء أى تصميم لهذه الرحلات .

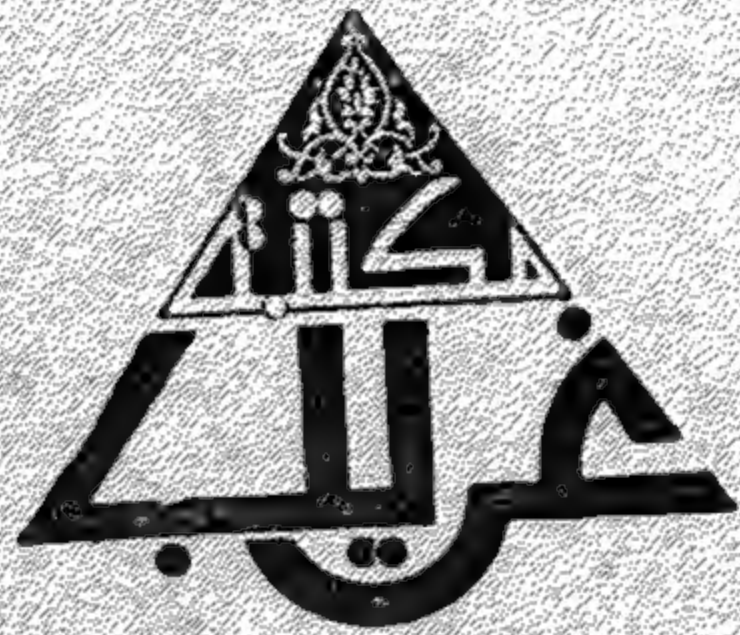
ومن اللازم أن نبذل جهوداً موقوتة لوضع تصميمات لإجراء التجارب الآلية حتى نستطيع أن نحارر القدرات التكنولوجية لسفن الفضاء .

كلية ختام وشكر

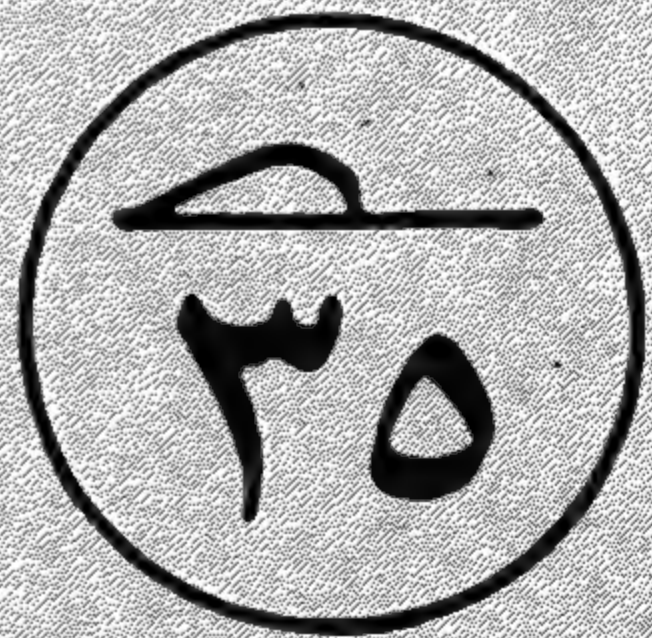
على أن كثيراً من الآراء التي أشير إليها ليست جديدة . إلا أنها لم تعالج في النشرات العلمية إلا بين الحين والحين . فقد ذكرت مثلاً في مقال بالغ الأهمية لهالدين (١٩٥٤) . كما وردت أيضاً في كتب القصص العلمية ، فقد جاءت في كتاب « الحرب بين العوالم » الذي كتبه ويلز ، وفي عدد كبير من الخيالات التي لا يمكن نسبتها تماماً إلى العلم أو القصة . إلا أن هذا النوع من الاهتمام لم يساعد بحكم الضرورة على التقييم الحقيقي للنواحي البيولوجية لرحلات الفضاء التي ما زالت تقتصر إلى التأييد من بعض زملائنا . ومع ذلك فلم يعد علم الحياة خارج الأرض أيسر خيالية من تحقيق السفر في الفضاء ، كما أن علينا مسئولية خطيرة تتعاق بالكشف عما تتضمنه هذه الرحلات من صالح العلم ، ورعاية للجنس البشري ، مستقيمين في ذلك بأفضل ما لدينا من إدراك ومعرفة علميين .

وتعكس المبادئ التي تتضمنها هذه النشرة رأى واحد من عدة مجموعات علمية يستشيرها مجلس عاوم القضاء التابع للأكاديمية القومية للعلوم بالولايات المتحدة. إلا أنها لا تمثل بالضرورة أية سياسة رسمية لوجهات نظر كل من هؤلاء المستشارين. إلا أنى كثيراً ما استرشدت بآراء «م. كالفين»، و«ر. ديفيس»، و«ن. هوروفيتش»، و«س. لوريا»، و«ا. مار»، و«د. مازيا»، و«ا. نوفيك»، و«سي. ساجان»، و«ج. ستنت»، و«ه. يورى»، و«ك. فان نيل»، و«ه. ويفر» بسبب ما أظهره كل منهم من اهتمام بالموضوع.

القاهرة الحديثة للطباعة
ت ٩٣٤٣١٠



تليفون ٩٠٢١٠٧



Bibliotheca Alexandrina



0355145

طبع الغلاف بمطبعة دار العالم العربى
٢٣ شارع الظاهر - ت : ٩٠٦٧٠٦